



**Rute Rita Vieira  
Araújo**

**MELHORIA DA QUALIDADE NUMA EMPRESA  
PRODUTORA DE FIO SINTÉTICO**



**Rute Rita Vieira  
Araújo**

## **MELHORIA DA QUALIDADE NUMA EMPRESA PRODUTORA DE FIO SINTÉTICO**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

*A todos os que perseguem os seus sonhos sem nunca perder o entusiasmo.*

## **o júri**

presidente

Prof. Doutora Maria João Machado Pires da Rosa  
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Patrícia Helena Ferreira Lopes de Moura e Sá  
Professora auxiliar da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra

Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos  
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, à professora Doutora Helena Maria Alvelos, por todo o acompanhamento e apoio prestado durante a realização do projeto. Aproveito também para agradecer à Universidade de Aveiro que me concedeu esta oportunidade tão importante.

Ao Engenheiro Domingos Barros pela colaboração na elaboração e implementação deste projeto.

À empresa por ter acreditado em mim. Aos colaboradores, que foram peças fundamentais da minha caminhada, por tudo o que me ensinaram, pela sinceridade e muitas vezes companheirismo. Obrigada!

Ao Engenheiro Alberto Ganicho e ao Doutor Castro Ribeiro que me motivaram em muitas situações.

À Conceição Rodrigues, que me ensinou valores importantes e me ajudou a crescer tanto profissional como pessoalmente. É uma amiga para sempre.

A todos os meus amigos por todo o incentivo e a todos os que me de alguma forma me marcaram neste percurso académico.

À Inês que me apoiou em todos os momentos e por ser tão lutadora. É um orgulho estar presente na tua vida. Obrigada por tudo melhor amiga!

Ao Ricardo e à Rafaela que me acompanham desde sempre com amizade, entusiasmo e conselhos. Obrigada!

Ao Fernando, que foi a minha inspiração e o meu pilar em todos os momentos. Obrigada por seres quem és.

Aos meus avós que são tão importantes. Espero vos ter deixado orgulhosos.

Aos meus irmãos que me apoiaram em todas as situações. Espero ter conseguido ser um bom exemplo para vocês.

Aos meus pais que me deram a oportunidade de concretizar o sonho que tanto ambicionava, por serem um apoio incondicional e por tudo o que ensinaram ao longo da vida.

**palavras-chave**

Qualidade, Ciclo PDCA, Sete Ferramentas Básicas da Qualidade, Redução de Desperdícios, Fio Agrícola

**resumo**

O projeto apresentado surge como resposta à necessidade de redução de desperdício e melhoria da qualidade numa empresa têxtil produtora de fios, cordas, redes e cabos de matérias-primas sintéticas e naturais. O foco do trabalho aborda a secção de fio sintético, mais precisamente o fio agrícola.

Sendo o fabrico de fio um processo produtivo pouco explorado cientificamente, pretende-se assim aumentar o conhecimento neste ramo, explorando a bibliografia relacionada existente e mais concretamente os processos de extrusão e torção.

Numa primeira fase, analisou-se uma das problemáticas da empresa, a variabilidade do processo e os efeitos que geram na qualidade do produto. Na fase seguinte, numa perspetiva de redução de desperdícios utilizaram-se métodos de melhoria contínua como o ciclo PDCA e as sete ferramentas básicas da qualidade. Depois de identificadas as principais causas para a ocorrência dos defeitos, foi possível definir e implementar um plano de ação.

Os objetivos foram alcançados, dado que, o conjunto de ferramentas utilizadas neste projeto foi benéfico para a empresa.

**keywords**

Quality, PDCA cycle, seven basic quality tools, waste reduction, baler twine

**abstract**

The presented project arises to respond to the need for waste reduction and quality improvement in a textile company that produces yarns, ropes, nets and cable made from synthetic and natural raw materials. The focus covers the synthetic yarn production, more precisely baler twine.

The yarn manufacturing process is scientifically underexplored, so this work tries to increase the existing knowledge in this production process by exploiting the existing literature and specifically the study of extrusion and twisting processes.

Initially, the objective is to study one of the company's problems, the process variability and the effects generated in the final product's quality.

In the next stage, using well-known methods of continuous improvement like PDCA and the 7 Basic Tools of Quality, the author tries to create ways to reduce waste in the production process. After identifying the main causes for the occurrence of defects, it was able to define and implement an action plan.

The objectives were achieved, the tools described in this project led to benefic results to the company.

# ÍNDICE

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Enquadramento .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Metodologia e objetivos .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. Estrutura do relatório .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Enquadramento teórico .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Indústria Têxtil – fio agrícola .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2. Produção de fio agrícola .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1. Materiais plásticos .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2. Extrusão de Polímeros .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3. Torção .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.4. Caracterização dos fios .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Gestão e metodologias da melhoria da qualidade .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.1. Melhoria Contínua .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2. O Ciclo PDCA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.3. As 7 ferramentas básicas da Qualidade .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.4. Melhoria da Qualidade e o Ciclo PDCA .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.5. Eliminação de desperdícios .....</b>	<b>26</b>
<b>3. Apresentação do Caso de Estudo .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1. Apresentação da Empresa .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2. Processo Produtivo .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.1. Controlo da Qualidade .....</b>	<b>34</b>
<b>3.3. Caracterização do problema em análise .....</b>	<b>35</b>
<b>4. Apresentação de Resultados .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1. Variabilidade das características do fio agrícola no processo .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.1. Metodologia e condições de teste .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.2. Materiais e amostras .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.3. Resultados e Discussão .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2. Melhoria da qualidade num processo de extrusão da linha B .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.1. Caracterização da situação encontrada .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2.2. Ações de melhoria .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2.3. Avaliação de resultados .....</b>	<b>54</b>



<b>4.3. Propostas de melhoria.....</b>	<b>57</b>
<b>5. Conclusões .....</b>	<b>61</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>63</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>65</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 - Bobina de fio agrícola (esquerda) e a sua aplicação na agricultura através de uma enfardadeira (direita) .....	5
Figura 2 - Estrutura molecular do PP .....	8
Figura 3 - Componentes de uma extrusora de fuso único.....	9
Figura 4 - Sentido da torção .....	10
Figura 5 - Ciclo PDCA para melhoria contínua .....	17
Figura 6 - Símbolos utilizados no fluxograma.....	19
Figura 7 - Exemplo de um Diagrama de Pareto .....	22
Figura 8 - Diagrama de causa e efeito.....	23
Figura 9 – Exemplo de carta de controlo .....	24
Figura 10 - Relação entre o ciclo PDCA e as sete ferramentas básicas da qualidade .....	25
Figura 11 - Sete ferramentas da qualidade para a melhoria da qualidade .....	26
Figura 12 - Processo produtivo do fabrico de fio agrícola .....	30
Figura 13 - Conjunto da fieira e <i>Chill Roll</i> . Apresentação do filme plástico .....	32
Figura 14 - Zona de corte através de lâminas .....	32
Figura 15 - Efeito da fibrilação na fita.....	33
Figura 16 - Comparação ilustrativa da fita sem estiro, fita com estiro (ráfia) e fio .....	33
Figura 17 - Fluxograma dos procedimentos do controlo da qualidade da empresa.....	34
Figura 18 - Representação das características do fio antes da torção .....	37
Figura 19 - Desvio padrão por número de fita nos 3 conjuntos de amostra .....	41
Figura 20 - Média das amostras por largura de fita .....	41
Figura 21 - Comparação da média das fitas com a mesma largura no conjunto de amostras 1 .....	42
Figura 22 - Comparação da média das fitas com a mesma largura no conjunto de amostras 2 .....	42
Figura 23 - Comparação da média das fitas com a mesma largura no conjunto de amostras 3 .....	42
Figura 24 - Fieira do tipo <i>coathanger</i> .....	43
Figura 25 - Esquema da linha de produção B .....	44
Figura 26- Bobinas da etapa intermédia da linha de torção.....	45
Figura 27 - Representação da plataforma para a bobinagem.....	46
Figura 28 - Diagrama de Pareto dos tempos de paragem.....	48
Figura 29 - Diagrama de causa-efeito sobre a geração de desperdícios da linha de extrusão B .....	49
Figura 30- Identificação da avaria mecânica da bobinadeira .....	51
Figura 31 - Identificação do número da fita a produzir na bobinadeira .....	51
Figura 32 - Identificação dos componentes da extrusão - antes .....	51
Figura 33 - Identificação dos componentes da extrusão - depois .....	52
Figura 34 - Depósito de objetos cortantes.....	53
Figura 35 - Bobina com material danificado pela queda.....	57

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Diferentes tipos de fio .....	6
Tabela 2 - Propriedades técnicas do fio agrícola .....	11
Tabela 3 - Exemplo de uma folha de registo .....	20
Tabela 4 - Correlação entre o ciclo PDCA e as sete ferramentas básicas da qualidade .....	25
Tabela 5 - Códigos e informações acerca dos ensaios realizados na linha A .....	39
Tabela 6 - Largura das fitas do conjunto de cada amostra .....	39
Tabela 7 - Resultados do estudo do conjunto de amostras .....	40
Tabela 8 - Divisão da escala pelas linhas de torção .....	45
Tabela 9 – Mapeamento dos tipos de paragem e a sua respetiva duração na linha de extrusão B .....	47
Tabela 10 - Plano de ação referente à linha de extrusão B .....	50
Tabela 11 - Exemplo da tabela de especificações a colocar na linha de extrusão B....	52
Tabela 12 - Resumo dos dados recolhidos relativos aos desperdícios da linha B.....	54
Tabela 13 - Proposta de formulário de recolha de dados .....	58

## 1. Introdução

A indústria atualmente pertence a um mundo crescentemente globalizado onde a concorrência se estabelece em grandes dimensões. A globalização contribui para acelerar o período de desenvolvimento das empresas pois estas necessitam de acompanhar o mercado. Pode-se então dizer que a indústria está em constante mudança num mundo em mudança. Para sobreviver a este ambiente é imperativo as empresas apostarem na melhoria dos seus processos, na capacidade de acrescentar valor ao que produzem ou vendem, na modernização de infraestruturas, na geração constante de ideias, assim como na melhoria da qualidade dos seus produtos e serviços, tendo sempre em conta a sua responsabilidade social.

A indústria portuguesa apesar de evoluir de forma positiva e demonstrar uma boa capacidade de adaptação ainda está longe de atingir os níveis de excelência europeus e mundiais. Segundo dados dos *Estudos da Central de Balanços* do Banco de Portugal, uma das indústrias que têm mais peso na estrutura industrial portuguesa é a indústria têxtil, que possui uma vasta história e tradição e tem uma forte presença industrial no Norte de Portugal.

A empresa onde foi baseada a realização do projeto pertence à indústria têxtil, mais precisamente ao fabrico de fios, cordas, redes e cabos de matérias-primas sintéticas e naturais, sendo que o foco apresenta-se no fabrico de fio agrícola. Como tal, a empresa pretende acompanhar a globalização e melhorar a qualidade dos seus processos. O presente projeto visa a aplicação de uma metodologia e ferramentas adequadas para analisar e diminuir a ocorrência de defeitos existentes no fio agrícola produzido, assim como a análise e redução de desperdícios, de modo a aumentar a produtividade.

### 1.1. Enquadramento

Este relatório descreve o trabalho realizado pela autora como estagiária numa empresa do setor têxtil, no departamento da Produção, na secção do fio agrícola, no decorrer do projeto do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro, com a duração de oito meses.

O projeto efetuou-se na Área de Qualidade, mais concretamente, na metodologia da melhoria da qualidade nos processos apesar de não existir na realidade nenhuma equipa dedicada ao tema.

### 1.2. Metodologia e objetivos

O principal objetivo do trabalho desenvolvido foi a implementação de ações de melhoria no processo produtivo de fio agrícola e avaliação dos seus resultados. Este dividiu-se em duas etapas: estudo da variação das características do produto e estudo do aumento da qualidade e redução de desperdícios.

O prosseguimento deste objetivo envolveu levar a cabo, numa primeira fase, uma análise pormenorizada do processo e o diagnóstico dos problemas de qualidade que lhe estão associados, assim como enquadrar a revisão da literatura à realidade. Numa segunda fase pretenderam-se reconhecer as potenciais causas dos principais problemas diagnosticados. Esta informação foi usada para desenvolver propostas de melhoria a implementar numa terceira fase do projeto, que contemplou ainda uma observação e análise dos resultados das mesmas em termos da melhoria do processo. Nesta fase de recolha de dados utilizou-se como fonte documentos, observação direta e entrevistas semiestruturadas. Os entrevistados foram recrutados de entre o quadro de colaboradores da empresa, que estão diretamente envolvidos no processo em estudo (operador de máquinas e coordenador da produção).

O trabalho foi efetuado utilizando como metodologia de base o ciclo PDCA, procurando-se desta forma atingir melhorias significativas na redução dos desperdícios e na produtividade. No âmbito da aplicação desta metodologia de melhoria contínua, fez-se uso de um conjunto de ferramentas básicas da qualidade, como os fluxogramas, formulários de recolha de dados e os diagramas de causa-efeito. Também foram utilizadas ferramentas estatísticas.

A utilização destas ferramentas possibilitou fazer o diagnóstico dos problemas da qualidade mais relevantes, identificar as causas e comparar o estado atual da empresa com o resultante da implementação das ações de melhoria.

### **1.3. Estrutura do relatório**

O presente projeto está organizado em cinco capítulos, os quais se encontram subdivididos em diversas partes pretendendo elucidar o leitor do trabalho realizado ao longo do estágio.

O capítulo 2 apresenta toda a parte do projeto alusivo ao enquadramento teórico. Este é dividido em três partes: caracterização do sector de fio agrícola na indústria têxtil, descrição dos processos na produção de fio agrícola e introdução ao conceito de “Qualidade” e melhoria da qualidade. Na primeira parte é realizada uma introdução à indústria têxtil e à produção de fio agrícola, assim como são expostas as aplicações industriais deste produto. Na segunda parte descrevem-se todos os macroprocessos constituintes do fabrico de fio agrícola. Também é realizada uma caracterização dos fios agrícolas, importante para definir o produto. Na terceira parte, que tem como grande tema a “Qualidade” são introduzidos temas como a melhoria contínua, o ciclo PDCA, as sete ferramentas básicas da qualidade, a relação entre estas e o ciclo PDCA e a eliminação de desperdícios.

O capítulo 3 apresenta o caso de estudo realizado. Divide-se em três partes. Na primeira parte, apresenta-se a empresa sem, no entanto, referir a sua identificação. Na segunda parte é explicado todo o processo produtivo para um melhor entendimento da

problemática, também é realizada uma contextualização do controlo da qualidade existente na secção de fio agrícola. Na terceira parte, uma caracterização do problema é realizada para integrar o leitor no desenvolvimento da implementação de ações de melhoria.

No capítulo 4 é apresentado todo o trabalho prático desenvolvido na empresa. Este divide-se em três partes. Uma refere-se ao estudo da variabilidade das características do fio agrícola no processo em que faz um estudo da característica *metragem por kg* ao longo do tempo no sentido de determinar a influência deste no processo. Na segunda parte é feita uma abordagem à melhoria da qualidade numa linha de produção específica. Caracteriza-se a situação antes das ações de melhoria, e avaliam-se os resultados após a implementação. Na terceira parte são descritas várias propostas de melhoria.

O capítulo 5 representa a conclusão do projeto. Nesta secção analisa-se todo o trabalho efetuado, os objetivos alcançados, apresentação de desenvolvimentos futuros e é feita uma análise à aprendizagem adquirida com a realização deste projeto.



## 2. Enquadramento teórico

### 2.1. Indústria Têxtil – fio agrícola

A Indústria Têxtil é uma das indústrias com maior representatividade na estrutura industrial portuguesa, estando enquadrada na secção das Indústrias Transformadoras. A fileira têxtil compreende o conjunto de processos de transformação que permitem a partir da fibra (matéria-prima de base), obter um produto acabado (Vasconcelos E. , 2006). As fibras químicas surgiram como uma nova opção de matéria-prima a ser utilizada por diversas indústrias, que no passado eram completamente dependentes das fibras provenientes da natureza. Devido às suas qualidades e à sua grande aceitação no mercado, observou-se um crescimento na sua utilização (Lodi, 2000).

De entre muitos produtos que advêm da indústria têxtil, o fio agrícola constitui um deles representando cerca de 6,1% do mercado de têxtil sintético da Europa (Phillips & Ghosh, 2003). O fio agrícola é definido como um fio simples destinado à agricultura, nomeadamente para ser utilizado nas enfardadeiras automáticas ou em máquinas similares (ISO 4167:2006). Estas realizam o embalamento em fardos em forma de paralelepípedo. Na Figura 1 à esquerda ilustra o aspeto de uma bobina de fio agrícola como produto acabado e à direita uma das suas principais aplicações.










Figura 1 - Bobina de fio agrícola (esquerda) e a sua aplicação na agricultura através de uma enfardadeira (direita)

### 2.2. Produção de fio agrícola

Os fios são produzidos, dependendo das exigências do cliente, com diferentes tamanhos e formas. Segundo (Xungai & Shanhyong, 2009) para as aplicações têxteis duas formas de fio são as mais comuns: fio único (*single yarn*) e fio retorcido (*plied yarn*) como indicado na Tabela 1.



Tabela 1 - Diferentes tipos de fio (adaptado de Xungai &amp; Shanhyong, 2009)

Fio único	Processamento
	Fio de fibras ( <i>Staple spun yarn</i> )
	Fio de Monofilamento ( <i>Mono-filament yarn</i> )
	Fio de Multifilamentos ( <i>Multi-filament yarn</i> )
	Fio de filme extrudido dividido ( <i>Split film tape yarn</i> )
	Fio com matriz ( <i>Core yarn</i> )
Fio retorcido	Processamento
	Fio de 2 camadas ( <i>Two-ply yarn</i> )
	Fio de multicamadas ( <i>Multi-ply yarn</i> )

Os fios utilizados para aplicações agrícolas, como é o facto do caso de estudo, são processados como fio de filme extrudido dividido – *tape yarn*.

O método mais comum de produção de *tape yarn* consiste num filme extrudido uniaxial, arrefecido através de rolos ou banho de água, este é cortado em fitas que são estiradas e fibriladas se necessário. Estes são produzidos através de diferentes materiais plásticos como polipropileno (PP) e polietileno (PE), entre outros. Podem ser caracterizados por serem leves e com grande resistência.

Phillips & Ghosh (2003) definem *tape yarns* como fios contínuos, altamente orientados, que tanto podem ser retangulares na secção transversal como ter um perfil de forma retangular em que as fitas são cortadas a partir de um filme extrudido. Sendo que a primeira situação, é mais vulgarmente classificada como monofilamento. As *tape yarns* podem ou não ser fibriladas e torcidas, que elimina a sua forma retangular.

Desde as suas primeiras aplicações comerciais, os fios de PP foram produzidos como *tape yarns*, em parte porque este método é mais económico e, em parte, para

contornar as patentes existentes que limitam as fibras de multifilamento (Phillips & Ghosh, 2003). Outras das áreas de aplicação dos *tape yarns* de PP e PE incluem os sacos industriais, embalagens, forros de carpetes, base de alcatifas e tecidos industriais diversos.

Visto que este método produtivo é pouco explorado (Petrulis & Petravicius, 2012; Phillips & Ghosh, 2003) e de forma a ampliar os conhecimentos acerca do tema será realizada uma revisão bibliográfica dos macroprocessos do fabrico de fio agrícola: a extrusão de polímeros e torção.

### 2.2.1. Materiais plásticos

Segundo Kalpakjian & Schmid (2009) a palavra *plástico* foi usada por volta do ano 1909 e é empregue como sinónimo para polímeros. Os plásticos são materiais únicos pois são constituídos por moléculas de grandes dimensões (macromoléculas ou moléculas gigantes). Os produtos industriais, ou de consumo, que utilizam o plástico podem ser: recipientes para comida e bebidas, embalagem, têxteis, aparelhos médicos, brinquedos, entre outros.

Devido às suas propriedades diversas e, simultaneamente, únicas, os plásticos têm, cada vez mais, substituído os componentes metálicos e fibras naturais em inúmeras aplicações. Estas substituições refletem as vantagens dos polímeros relativamente às seguintes características:

- Baixo custo e facilidade de fabricação;
- Resistência à corrosão e aos químicos;
- Baixa condutividade elétrica e térmica;
- Baixa densidade;
- Alta relação resistência-peso;
- Redução do ruído;
- Vasta escolha de cores e transparências.

Os polímeros pertencem a duas categorias distintas: termoplásticos ou termofixos. Os termoplásticos podem ser repetidamente fundidos e solidificados através da adição ou remoção de calor, permitindo os materiais serem processados na extrusão, injeção e noutros processos de fundição repetidas vezes. Os termofixos são aquecidos para acelerar a reação química chamada endurecimento – em inglês, *curing* -, em que uma nova espécie química é alinhada na forma de sólido. Ao contrário do termoplástico, após arrefecer, um reaquecimento não resulta em amolecimento e fluxo do polímero. Os termoplásticos são facilmente reciclados, para outras configurações, através do reaquecimento. Os termofixos não são considerados recicláveis, porém diferentes processos são atualmente usados para recuperar as matérias-primas. No entanto, ao contrário dos termoplásticos, os termofixos não podem simplesmente ser aquecidos acima do seu ponto de fusão e serem reprocessados noutro produto (Giles, Wagner, & Mount, 2005).

Os materiais plásticos utilizados na produção de fio agrícola são, normalmente, constituídos pelo polipropileno (PP) e pelo polietileno (PE), podendo certas vezes

conter aditivos. Estes inserem-se na categoria dos materiais termoplásticos (Giles, Wagner, & Mount, 2005) e são transportados para a produção na forma de grão.

O PP apresenta uma estrutura molecular análoga à representada na Figura 2.

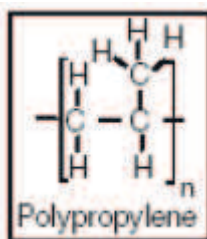


Figura 2 - Estrutura molecular do PP (retirado de Giles et al., 2009)

O típico PP é mais de 90% cristalino, um valor superior à maioria das outras fibras. Apenas a forma isotática tem as propriedades necessárias para a formação das fibras. As moléculas lineares, que são ligadas apenas por pequenas forças de valência devem ser embaladas juntas para criar laços fortes (Phillips & Ghosh, 2003).

Para o PP, os aditivos mais importantes são os estabilizadores de luz, para melhorar a resistência a radiações ultravioleta. Este aditivo é muito importante para certas aplicações industriais, como o fio agrícola.

O PP apresenta vantagens como o seu baixo custo e processamento mais simples, do que certas fibras como o *nylon* e o poliéster (Anderson, 1976 citado em Phillips & Ghosh, 2003). Produzir fibras de PP, através de filme plástico, pode ser 25% mais barato em relação à produção do mesmo, por multifilamento.

### 2.2.2. Extrusão de Polímeros

A Extrusão de Polímeros é um processo de conformação final na produção de vários produtos como tubos, películas, folhas, barras, etc. É também uma etapa intermediária de processo na injeção de plásticos, filme soprado, termoformação e produtos moldados por sopro. O processo está envolvido na produção de bens, nos mais diversos setores industriais como: embalagem, doméstico, automóvel, aeroespacial, marinha, construção, elétrica e eletrônica e aplicações médicas. No entanto, o processo é difícil de configurar e controlar, o que se traduz em elevados níveis de produtos fora da especificação e em longos tempos de inatividade. Como tal, estes são problemas para a indústria dos plásticos (Abeykoon, et al., 2011).

Segundo Kalpakjian & Schmid (2009), a extrusão é caracterizada por ser um processo contínuo, uniformemente sólido ou oco, com complexas secções transversais, altas taxas de produção, custos relativamente baixos dos equipamentos e amplas tolerâncias.

Na extrusão de plásticos, a matéria-prima vem em forma de grãos, que são colocados nos doseadores e alimentados para o corpo da extrusora que contém o fuso. O corpo da extrusora ou cilindro é equipado por um fuso helicoidal, que combina os grãos e

transporta-os para o final do corpo até à matriz, também denominada de fieira. O cilindro é equipado com resistências de aquecimento e a junção destes com a ação mecânica do fuso transforma os grãos sólidos em líquido. A ação do fuso também aumenta a pressão do cilindro (Kalpakjian & Schmid, 2009).

Na Figura 3 estão demonstrados os principais componentes da extrusão: sistema de acionamento, sistema de alimentação, fuso, cilindro e sistema de aquecimento, matriz e sistema de controlo.

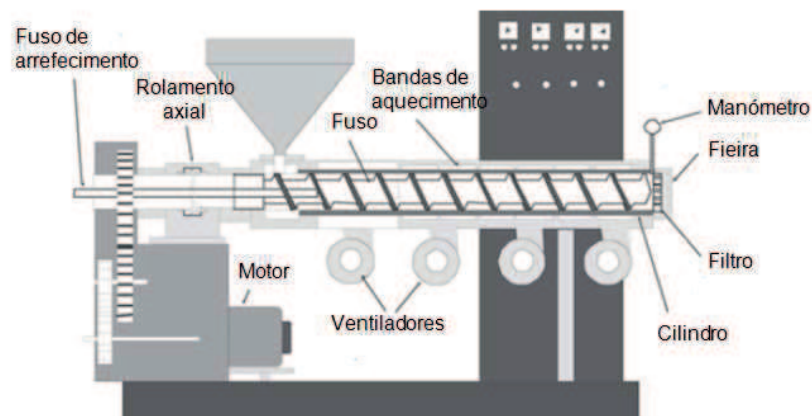


Figura 3 - Componentes de uma extrusora de fuso único (adaptado de Giles et al., 2009)

O sistema de acionamento compreende o motor, a caixa de velocidades, a engrenagem e o rolamento axial. O sistema de alimentação são os doseadores, o canal de alimentação e a secção de alimentação no fuso. O fuso, o cilindro e as bandas de aquecimento, correspondem ao local onde as resinas sólidas são transportadas, derretidas, misturadas e bombeadas para a fieira. O material extrudido é transportado e formado, respetivamente, no adaptador e fieira. Finalmente, o sistema de controlo dirige as entradas de eletricidade na extrusora e monitoriza a sua realimentação (Giles, Wagner, & Mount, 2005).

Na produção de filme plástico, os componentes chave são:

- Fieira;
- *Chill roll* ou banho de água;
- Rolos de puxo;
- Zona de corte;
- Estufa.

A velocidade da linha é sincronizada para prevenir que o filme seja esticado rapidamente, causando orientação molecular excessiva (Giles, Wagner, & Mount, 2005).

### 2.2.3. Torção

O objetivo da torção é o de promover a união das fibras em fio, de maneira a torná-lo coeso. Quando duas pontas de um fio são rodadas, as fibras na superfície do fio adquirem a forma de hélice, à volta do seu eixo. Por outras palavras, um fio é torcido quando as fibras que se encontram à sua superfície se deformam fazendo um determinado ângulo com o eixo. Esta definição só pode ser aplicada teoricamente, pois, no processo, a diversidade de diâmetros dos fios, a contração devido à torção, a migração das fibras e o deslizamento destas, são alguns dos fatores que fazem com que a estrutura do fio seja diferente da ideal (Vasconcelos R. M., 1993).

#### 2.2.3.1. Sentido de torção dos fios

O sentido de torção dos fios é indicado pelas letras maiúsculas S e Z.

Torção «S» é a de um fio que, posto em posição vertical, apresenta as espiras dirigidas como o traço oblíquo da letra «S» - Figura 4a.

Torção «Z» é a de um fio que, posto na posição vertical, apresenta as espiras dirigidas como o traço oblíquo da letra «Z» - Figura 4b.

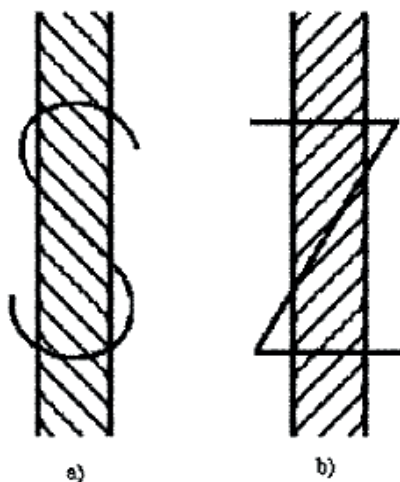


Figura 4 - Sentido da torção

#### 2.2.4. Caracterização dos fios

Ao ser efetuado algum tipo de especificação do fio a ser produzido, devem ser mencionados diferentes tipos de características, para que, de alguma forma, seja depois possível identifica-los. Na produção de fio agrícola existem diferentes propriedades técnicas importantes representadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Propriedades técnicas do fio agrícola (adaptado da norma ISO4167:2006)

Propriedade	Unidade das propriedades
Densidade Linear	Denier
Metragem	m/kg
Resistência de rutura simples	Kgf
Resistência de rutura ao nó	Kgf

#### 2.2.4.1. Densidade linear

Para se especificar a densidade linear são utilizados dois sistemas (Vasconcelos R. M., 1993):

- Massa por unidade de comprimento: este é o método direto onde, quanto maior for o valor obtido, maior é a sua secção.
- Comprimento por unidade de massa: este é o método indireto onde, quanto maior for o valor obtido, menor é a sua secção.

No sistema direto, aparecem dois tipos de subsistemas:

- Tex, a que corresponde a massa (g) de comprimento de um quilómetro de material (fibra ou fio).
- Denier (de), a que corresponde a massa (g) obtida para um comprimento de 9000 metros de material (fibra ou fio).

No sistema indireto, aparecem dois tipos de subsistemas:

- Número inglês (Ne), a que corresponde o número de meadas de 840 jardas necessárias para obter o peso de uma libra.
- Número métrico (Nm), a que corresponde o comprimento em metros necessário para se obter um peso de 1 g.

O sistema internacional de medida de densidade linear é o tex, No entanto, na indústria de fio agrícola é utilizado o Denier. Esta medida define o título do produto obtido. Consoante o valor que pretendemos, há que variar a largura das fitas e a sua espessura.

#### 2.2.4.2. Resistência de rutura

A resistência do fio é uma das suas características fundamentais, sendo normalmente utilizada como um índice de qualidade, devido à sua grandeza ser influenciada por uma combinação de fatores. Entre estes, salientam-se diversas propriedades das fibras, a estrutura do fio e os parâmetros inerentes ao processo.

Uma das explicações tradicionais do fenómeno da variação de resistência com a torção é baseada na combinação de fatores como o deslizamento das fibras e a

própria resistência da fibra (Lawrence, 2003). Além destas características, outro dos fatores a ter em consideração é o efeito das próprias fibras ao serem enroladas ao longo do seu eixo, isto é, com a inserção de torção, a qual influencia a resistência e o alongamento do fio.

Segundo Vasconcelos R. M. (1993), um fio sem torção não tem resistência, uma vez que as fibras deslizam umas sobre as outras, quando submetidas a uma força de tração. Assim sendo, quanto maior a torção, maior a resistência do fio.

Outro fator que influencia a resistência de rutura do fio, é a capacidade de migração da fibra no fio. Este é responsável pelo aumento da tensão na fibra.

No caso da resistência ao nó, tem interesse conhecer este valor no fabrico de fios, para amarrar embalagens. Exprime-se em kgf, ou em %, em relação às resistências simples e mede-se num dinamómetro.

#### **2.2.4.3. Metragem (m/kg)**

Esta medida é importante para caracterizar o fio agrícola pois relaciona-se diretamente com outras características. Avalia a quantidade de fio que existe numa peça e indica quantos metros existem, num kg de fio (m/kg).

### **2.3. Gestão e metodologias da melhoria da qualidade**

Num mundo cada vez mais competitivo, as empresas procuram uma forma de reduzir os seus custos de produção, garantindo a qualidade e a confiança por partes dos seus clientes.

Apresentar uma definição da Qualidade é uma tarefa extremamente complicada, dado que este conceito é definido de forma diferente dependendo do setor de atividade e, naturalmente, da sua perspetiva (Evans & Lindsay, 2004).

De acordo com Evans & Lindsay (2004), não existe um acordo no que diz respeito ao que constitui a qualidade. No seu sentido mais amplo, qualidade é um atributo dum produto que pode ser melhorado. A maioria das pessoas associa a qualidade a um produto ou serviço. No entanto, a qualidade não pode ser só associada a estes dois áreas pois deve incluir também os processos, o ambiente e as pessoas.

Segundo Ishikawa (1985), “interpretada escassamente, a qualidade significa qualidade do produto. Interpretada extensivamente, a qualidade significa qualidade de trabalho, qualidade de serviço, qualidade de informação, qualidade do processo, qualidade da divisão, qualidade das pessoas, qualidade da empresa, qualidade dos objetivos, etc.”

Walter Edwards Deming é uma das principais referências no que diz respeito ao controlo da qualidade. Afirmava que a qualidade tem muitos e variados critérios que alteram continuamente, o que dificulta a apresentação duma definição absoluta e universal.



A gestão da qualidade é um conceito complexo que já sofreu várias mudanças devido às contribuições feitas pelos líderes da qualidade (Crosby, Deming, Ishikawa, Juran, Feigenbaum). A pesquisa destes autores mostra tanto forças, como fraquezas pois, nenhum deles oferece todas as soluções para os problemas enfrentados pelas empresas (Dale, Wiele, & Iwaarden, 2007). A qualidade implica a atuação sobre vários pontos do sistema: dos objetivos da organização até à melhoria contínua. Sendo assim, a sua influência abrange toda a gestão organizacional (Juran & Godfrey, 1998).

Ao nível do processo de gestão da Qualidade, e apesar das diferenças entre os seus contributos, todos os gurus realçam um conjunto de elementos que se tornaram pilares da Teoria da Qualidade: envolvimento da gestão de topo, envolvimento e autonomia dos colaboradores, gestão baseada em métricas e factos, utilização de ferramentas estatísticas para controlo da variabilidade e ênfase no cliente.

Segundo Pereira & Requeijo (2008), a implementação dos princípios e técnicas da Qualidade, com o objetivo de melhorar o desempenho e satisfazer os clientes conduziu à criação, nas organizações, de um Sistema de Gestão da Qualidade. Este tem como referencial as normas da série ISO 9000. Para tal, a ISO (*International Organization for Standardization*) desenvolveu os 8 Princípios da Qualidade baseados de acordo com o senso comum e o pensamento dos maiores especialistas da qualidade. De seguida apresentam-se esses oito princípios com base na norma ISO 9004:2000.

#### 1. Focalização no cliente

“As organizações dependem dos seus clientes pelo que são as primeiras interessadas em satisfazer e, até mesmo, exceder as suas expectativas.”

#### 2. Liderança

“Os líderes estabelecem uma unidade na direção que a empresa segue, de tal forma que todos os colaboradores se sentem envolvidos nos objetivos da empresa. A liderança permite que os colaboradores se sintam motivados perante os objetivos da organização, e os compreendam.”

#### 3. Envolvimento das pessoas

“As pessoas são a essência das organizações.”

#### 4. Abordagem por processos

“O resultado pretendido é alcançado de forma mais eficiente quando as atividades e os recursos relacionados são geridos como um processo.”

#### 5. Abordagem da gestão como um sistema

“Identificar, compreender e gerir processos interrelacionados como um sistema, contribui para que a organização atinja os seus objetivos com eficácia e eficiência.”

#### 6. Melhoria contínua



“A melhoria contínua é de certa forma um “estado de espírito” que anda associado à existência de uma cultura da empresa, e à definição de ações corretivas e preventivas.”

#### 7. Abordagem à tomada de decisão baseada em factos

“As decisões eficazes são baseadas na análise de dados e de informações.”

#### 8. Relações mutuamente benéficas com fornecedores

“Uma organização e os seus fornecedores são interdependentes e uma relação de benefício mútuo potencia a aptidão de ambas as partes para criar valor.”

Um passo importante para uma organização, empenhada em melhorar a qualidade, é passar da formulação da visão da qualidade, constituição de equipas da qualidade e planeamento da qualidade, para a implementação do plano.

A evolução do controlo da qualidade é constituída por várias fases, como:

- Era da Inspeção – Qualidade com foco no produto;
- Era do Controlo Estatístico da Qualidade – Qualidade com foco no processo;
- Era da Garantia da Qualidade – Qualidade com foco no sistema;
- Era da Gestão da Qualidade Total ("Total Quality Management - TQM") – Qualidade com foco no negócio.

Segundo Evans & Lindsay (2004), na primeira fase, a de inspeção da qualidade, os produtos finais eram examinados com base na inspeção visual, separando-se os produtos com defeitos que deveriam ser inutilizados ou voltar ao processo produtivo para correção. Esta atividade regular de inspeção da qualidade emergiu com a produção em massa e foi, pela primeira vez, formalizada no período da I Guerra Mundial, a qual evidenciou os custos da não qualidade, sobretudo ao nível dos equipamentos militares.

Na segunda fase, a do controlo da qualidade, passou-se a dar maior atenção à definição das especificações dos produtos, desenvolvendo-se métodos e instrumentos para medir os desvios. Esta etapa corresponde ao período em que apareceram as técnicas estatísticas aplicadas ao controlo da qualidade, no início da década de 30.

A terceira fase, a da garantia da qualidade, iniciada em meados da década de 50, teve origem nas grandes indústrias que começaram a exigir a garantia aos seus fornecedores. Nesta fase, a prevenção das falhas, foi enfatizada em detrimento da deteção, e começaram a ser levadas a cabo ações planeadas e metódicas para assegurar que o produto iria cumprir os requisitos exigidos pelo cliente.

A quarta fase, a da gestão da qualidade em toda a organização, surgida no início dos anos 70, foi o momento em que o planeamento e a atividade de prevenção foram estendidos a todos os processos e níveis de gestão, promovendo-se um sistema de cooperação interno, conducente ao fornecimento de produtos e serviços em função das necessidades dos clientes. A qualidade passou a ser encarada como uma oportunidade concorrencial.

Por último, a fase da Gestão pela Qualidade Total (TQM) iniciada nos anos 80, caracterizou-se por uma nova atitude de gestão decorrente do surgimento de novas ideias e práticas na área da qualidade e pode ser definida como um esforço para melhorar a qualidade, a todos os níveis de uma empresa (Reid & Sanders, 2005).

O que caracteriza a TQM é o facto de ela se focar na identificação das causas dos problemas de qualidade, na sua correção e nas suas origens, ao contrário das inspeções dos produtos, depois de os mesmos terem sido produzidos. A TQM não só envolve toda a organização, como assume que a qualidade é impulsionada pela orientação para o cliente. A Gestão pela Qualidade Total envolve a preocupação com os aspetos técnicos da qualidade, bem como o envolvimento das pessoas na qualidade, como é o caso dos clientes, funcionários da empresa e os fornecedores, estando assim embebida em todos os aspetos da empresa (Reid & Sanders, 2005).

### **2.3.1. Melhoria Contínua**

Segundo Pereira & Requeijo (2008), um dos vetores fundamentais da Gestão pela Qualidade Total, é a melhoria contínua das atividades, processos e produtos de uma organização, com o objetivo de satisfazer plenamente as expectativas de todas as partes interessadas no seu desempenho. A melhoria contínua deve ser um processo sistemático, que permite a concretização dos objetivos planeados de forma consistente e gradual.

A melhoria contínua emergiu como um conceito chave, definindo como as empresas devem abordar, tanto a produção, como a qualidade dos seus produtos. O próprio Deming adotou esse conceito como o seu primeiro princípio da qualidade, reforçado pelo seu ciclo de melhoria contínua – o ciclo PDCA.

A melhoria contínua apoia as empresas no processo de redução de custos, atuando na eliminação de desperdício e estando orientada para a criação de valor. Esta metodologia requer que a empresa se esforce continuamente a ser melhor, através de formação e da resolução de problemas. Uma vez que é impossível alcançar a perfeição, deve-se avaliar sempre a *performance* e tomar medidas para melhorar. Segundo Pyzdek (2003), o processo de melhoria contínua assume, e até exige que, uma equipa de especialistas, no campo, assim como a chefia, utilize ativamente as ferramentas da qualidade nas suas atividades de melhoria e decisão. As ferramentas básicas da qualidade podem ser usadas em todas as fases do processo produtivo, desde o início do desenvolvimento do produto, até ao marketing e suporte do consumidor. Atualmente, existe um número significativo de ferramentas de controlo e gestão da qualidade à disposição dos gestores e especialistas. Assim a seleção da ferramenta adequada nem sempre é uma tarefa fácil.

Existem três premissas que fundamentam o interesse intenso na melhoria contínua do processo:

- Todo o trabalho é um processo;
- Todo o processo varia;

- Variação do processo reduz a qualidade.

As organizações que conseguem pôr em prática este novo paradigma, alcançam uma vantagem competitiva conseguindo atingir um grau de excelência operacional elevado, podendo destacar-se:

- Aumento de produtividade;
- Aumento de qualidade;
- Redução de *stocks*;
- Motivação dos colaboradores;
- Maior flexibilidade;
- Custos de produção reduzidos;
- Rápido retorno do investimento.

Um dos fatores mais importantes da melhoria contínua para o presente trabalho é a variabilidade dos processos. De acordo com o autor Pyzdek (2003), a alta variabilidade prejudica o desempenho de um sistema de produção. Existem uma série de técnicas que contribuem para a redução da variabilidade, tais como a formação do operador nas tarefas, utilização de práticas de padronização de atividades e uso de ferramentas de automação, entre outras.

### **2.3.2. O Ciclo PDCA**

O processo de melhoria contínua é baseado na aplicação do ciclo de qualidade de Deming ou também denominado de ciclo PDCA. Este ciclo é parte integral da gestão de processo e é concebido para ser usado como modelo dinâmico (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2008). O ciclo de Deming apresenta uma forma circular evidenciando que a melhoria contínua deve ser aplicada de uma forma sistemática – Figura 5:

- *Plan* – Planear – Análise do que é necessário para ser melhorado, tendo em consideração áreas que possuam oportunidades de mudança. Decisão sobre o que deve ser mudado.
- *Do* – Fazer – Implementação das mudanças que tenham sido definidas na etapa Planear.
- *Check* – Verificar – Controlo e medição de processos e produtos de acordo com as alterações feitas nas etapas anteriores e de acordo com políticas, metas e requisitos sobre os produtos. Relatório sobre os resultados.
- *Act* – Atuar – Adoção ou reação das mudanças ou voltar a executar o ciclo PDCA mantendo a melhoria contínua.

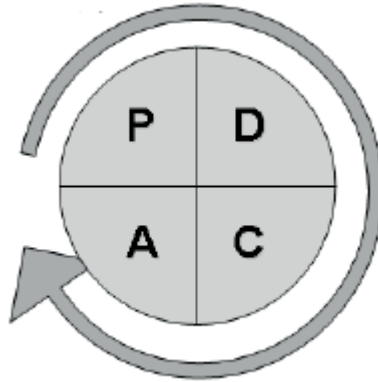


Figura 5 - Ciclo PDCA para melhoria contínua (retirado de Paliska et al., 2008)

### 2.3.3. As 7 ferramentas básicas da Qualidade

Segundo Lins (1993), um dos objetivos básicos da cultura da qualidade é educar o profissional a confiar menos no *feeling* e a trabalhar, preferencialmente, com dados. Ao contrário do que possa parecer, à primeira vista, essa postura não reprime a criatividade, mas desenvolve-a. Dispor de informações reais sobre o que está a ocorrer modifica a forma de enfrentar os problemas: em vez de procurarmos soluções por "tentativa e erro", podemos analisar a questão de forma sistemática e projetar uma solução.

As ferramentas básicas da qualidade têm uma longa história, há mais de vinte anos que estas têm sido utilizadas (Pyzdek, 2003). São as ferramentas de controlo da qualidade mais importantes que foram enfatizadas por Kaoru Ishikawa, pai dos "círculos da qualidade".

O controlo e a melhoria da qualidade são atividades que necessitam de um intenso trabalho de equipa e, cujos resultados, são maximizados quando os departamentos de uma organização interagem entre eles. Além disso, o uso de algumas ferramentas no dia-a-dia empresarial ajuda na análise e identificação dos problemas encontrados.

As ferramentas básicas da qualidade são constituídas por (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2008):

- Fluxograma: Técnica que separa os dados recolhidos a partir de uma variedade de fontes de modo a que os padrões possam ser vistos;
- Folha de Registos e Verificação: Um formulário estruturado e preparado para recolha e análise de informação; uma ferramenta genérica que pode ser adaptada para uma grande variedade de situações.
- Histograma: O gráfico usado mais comum para retratar distribuições de frequência ou o número de vezes que cada valor ocorre num conjunto de dados;
- Diagrama de Pareto: Mostra num gráfico de barras quais os fatores mais significativos;

- Diagrama de Causa e Efeito: Identifica várias causas possíveis, para um efeito ou problema, e classifica ideias em categorias;
- Gráfico de Dispersão: Gráfico com informação numérica (uma variável em cada eixo) para encontrar uma relação entre essas variáveis;
- Cartas de Controlo: Gráficos usados para o estudo de como o processo varia ao longo do tempo.

Estas ferramentas podem ser divididas em 3 categorias: identificação de problemas, identificação das prioridades e a sua comunicação e análise os problemas. As ferramentas de identificação são os formulários de recolha de dados e o fluxograma, pois ambos ajudam a identificar e quantificar onde e quais os problemas existentes. Após o problema estar identificado, pode-se utilizar as ferramentas de identificação de prioridades. As ferramentas de identificação de prioridades são: histogramas, diagrama de Pareto, e os gráficos. Estas ferramentas ajudam as pessoas a organizar, compreender, interpretar e apresentar os dados recolhidos. Com esta informação as pessoas podem então identificar quais os problemas mais críticos, ou seja, os que carecem de maior prioridade para serem resolvidos, e em que ordem eles devem ser resolvidos. Uma vez que estas ferramentas apresentam os seus resultados sob a forma de gráficos, tornam-se de fácil compreensão e podem ser consideradas como as melhores ferramentas de comunicação do grupo. Com os problemas identificados, já se podem utilizar as ferramentas de análise. São consideradas como ferramentas de análise o diagrama de Ishikawa e as cartas de controlo (os histogramas e os gráficos também podem ser considerados como ferramentas de análise). Estas ferramentas são utilizadas para examinar e investigar as causas do problema, podendo também sugerir possíveis ações corretivas (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2008).

As organizações usam ferramentas básicas para identificar, analisar e avaliar dados quantitativos e qualitativos recolhidos nos seus processos. Segundo Ishikawa, 95% dos problemas de qualidade, em qualquer organização, podem ser resolvidos com o uso adequado dessas ferramentas. No momento em que o processo de melhoria da qualidade é percebido, o acréscimo das ferramentas da qualidade pode fazer avançar o processo de forma sistemática (Aichoni & Benchicon, 2004).

Na resolução de um determinado problema, é necessário antes de mais, identifica-lo e caracterizá-lo convenientemente, seguindo-se o reconhecimento de potenciais causas, selecionando as mais importantes. Desenvolve-se posteriormente um plano para aplicar soluções de melhoria, respetiva implementação e avaliação, sendo em cada uma destas etapas empregues as ferramentas mais adequadas para o efeito.

Existirá um maior foco nas ferramentas utilizadas ao longo do projeto.

### **2.3.3.1. Fluxograma**

Um fluxograma é um diagrama esquemático de uma sequência de passos envolvidos numa operação ou processo. Providencia uma ferramenta visual que é de fácil uso e compreensão. Ao ver os passos envolvidos numa operação ou processo, todos desenvolvem uma imagem clara de como as operações funcionam e onde os

problemas podem surgir (Reid & Sanders, 2005). O processo descrito pode ser administrativo ou de serviços, da produção e até um plano para melhoria da qualidade.

Devemos usar esta ferramenta quando (Tague, 1995):

- Uma equipa começa a estudar um processo; é o primeiro passo e o mais importante na compreensão do mesmo e na procura de melhorias;
- No desenvolvimento de uma melhoria do processo;
- No planeamento de um projeto;
- Quando é necessária melhor compreensão entre as pessoas envolvidas no processo.

Na sua elaboração, é necessário seguir algumas regras para que toda a estrutura da empresa perceba.

Essas regras são definidas pelas entradas, ações e saídas de um dado sistema tais como:

- Entradas – fatores de produção: propriedades, materiais, trabalho, equipamento e gestão.
- Ações – a maneira como as entradas são combinadas e manipuladas para aumentar valor. Ações incluem procedimentos, armazenamentos, transportes.
- Saídas – os produtos e serviços criados pelas ações e entradas. As saídas são entregues ao consumidor ou a outro usuário. Também são incluídos os resultados não planeados e indesejáveis como desperdícios, retrabalho, poluição, etc.

A simbologia escolhida na construção de um fluxograma irá variar consoante o destinatário e o acontecimento que se pretende registar. Além disso, o seguimento de algumas regras básicas torna-se necessário para um melhor entendimento, isto é, existem vários símbolos com significado específico na construção de fluxogramas.

Os símbolos utilizados no fluxograma são específicos para cada função e estão apresentados na Figura 6.

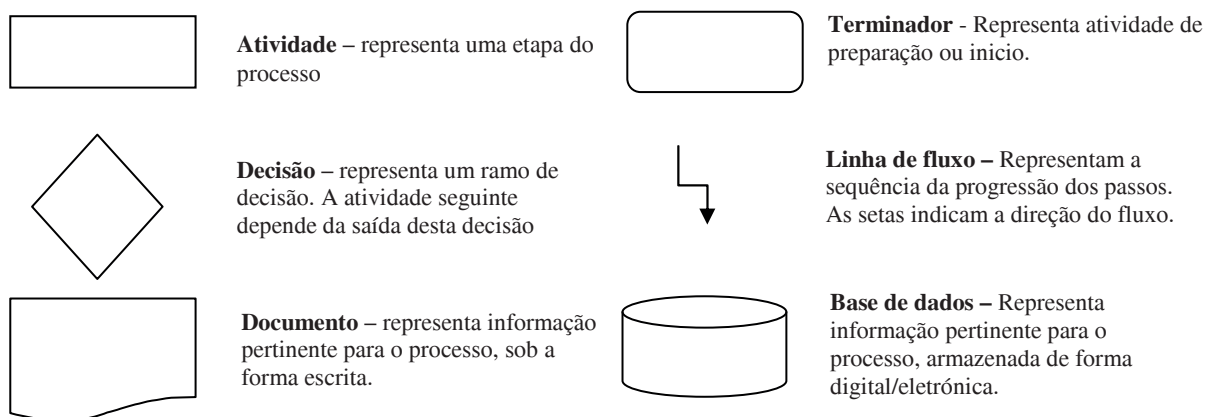


Figura 6 - Símbolos utilizados no fluxograma (adaptado de Juran et al., 1988)

A sua construção engloba os seguintes passos: (1) identificar o tema; (2) determinar os pontos de início e de fim; (3) separar as tarefas num número menor de sub-tarefas possíveis e enumera-las; (4) identificar cada sub-tarefa com um dos símbolos do fluxograma; (5) criar o fluxograma ao usar os símbolos para cada tarefa; (6) incluir uma legenda com a definição dos símbolos usados (Aichoni & Benchicon, 2004).

Os fluxogramas apresentam inúmeras vantagens, tais como: permitem clarificar, definir, estruturar e documentar processos, estimulando um trabalho de reflexão que pode conduzir à sua simplificação, otimização e redução de ciclos temporais. Os colaboradores que os utilizam passam a ter um melhor conhecimento dos processos; facilitam a identificação de possíveis causas e origens para determinados problemas; possibilitam a identificação de atividades que não acrescentam valor; incentivam o trabalho de grupo (Alvelos, 2007).

### 2.3.3.2. Formulário de Recolha de Dados

O formulário de recolha de dados é uma ferramenta que consiste numa lista de itens e alguns indicadores sobre a frequência de ocorrência de cada um deles (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2008). Simples, mas também eficaz, é uma ferramenta de procura de factos que permite o trabalhador recolher informação específica tendo em conta os defeitos observados (Reid & Sanders, 2005). Utilizados em conjunto com outras ferramentas, como histogramas e diagramas de Pareto, o seu poder de melhoria e resolução de problemas aumenta (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2008). De uma forma geral o seu objetivo centra-se na obtenção de informação necessária para responder a respostas do tipo “Quando ocorre?”, “Quantas vezes ocorre?”, “Quais os valores obtidos?”.

Na recolha de dados é fundamental garantir a maior objetividade possível, sendo para tal, útil definir com precisão que valores se desejam obter. Avaliar parâmetros ou fazer leituras que não interessam, apenas conduz a perdas de tempo e a uma maior confusão em termos do seu armazenamento. Para que isso não aconteça, convém dispor de um formulário convenientemente elaborado, onde as perguntas para as quais se desejam respostas se encontrem definidas, e que permita a qualquer utilizador identificar corretamente o que medir/registar (Pereira & Requeijo, 2008).

Na Tabela 3 mostra-se um exemplo de um formulário de recolha de dados de defeitos detetados num determinado produto.

Tabela 3 - Exemplo de uma folha de registo (adaptado de Pereira & Requeijo, 2008)

<b>Tipo de defeito</b>	<b>Nº de defeitos</b>	<b>Total</b>
<b>Soldadura com defeito</b>	√√√	3
<b>Acabamento deficiente</b>	√√√√√√	6
<b>Alinhamento incorreto</b>	√√√√	4
<b>Outros</b>	√√	2



Devemos usar esta ferramenta quando (Tague, 1995):

- Existe necessidade de recolher dados da frequência ou padrões de eventos, problemas, defeitos, localização de defeitos, causas de defeitos,...;
- Existe necessidade de recolher dados de um processo produtivo;
- Se pretende normalizar uma longa lista de ações, como múltiplas verificações preventivas numa peça de um equipamento.

### 2.3.3.3. Histograma

Um histograma é uma representação gráfica que apresenta a distribuição da frequência, absoluta ou relativa, de valores observados de uma variável (Reid & Sanders, 2005). Permitem, portanto, obter uma impressão visual objetiva sobre o comportamento de uma variável (nomeadamente em termos de tendência central, dispersão, simetria, etc.), lançando pistas sobre fenómenos que passariam despercebidos numa qualquer tabela com números.

Segundo Juran & Godfrey (1998), os histogramas permitem:

- Observar o padrão de variação dos dados;
- Representar graficamente o comportamento de um processo;
- Identificar quais os aspetos que necessitam de ações de melhoria;
- Verificar se existem mudanças significativas num processo entre diferentes períodos de tempo, linhas de fabrico e procedimentos adotados.

Devemos usar esta ferramenta quando (Tague, 1995):

- Queremos analisar se o processo consegue estar dentro das especificações definidas;
- Se pretende determinar se existiu alguma mudança no processo em diferentes períodos de tempo;
- Se pretende determinar se o *output* do processo tem distribuição aproximadamente normal.

### 2.3.3.4. Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto baseia-se no Princípio de Pareto, também conhecido como a regra 80/20, que foi descoberto por Vilfredo Pareto (1848-1923) em 1897. Este princípio diz-nos que 80% dos problemas são causados por cerca de 20% das causas (máquinas, materiais, pessoas). Esta lei dos 80/20 encontra aplicação, pelo menos de uma forma aproximada, em diversas facetas de uma organização (Koch, 1998):

- 20% dos clientes são responsáveis por 80% das vendas;
- 20% das referências representam 80% dos stocks;
- 20% dos processos originam 80% do valor acrescentado;
- 20% dos *inputs* originam 80% dos *outputs*;
- 80% dos problemas são causados por 20% das causas.



Um diagrama de Pareto consiste num gráfico de barras ordenadas (da mais frequente para a menos), complementado por uma curva cumulativa que retrata a fração de ocorrências associadas às diversas categorias aí consideradas. O objetivo do diagrama de Pareto é ser capaz de separar aquilo que tem importância, mas que está pouco representado (em minoria), daquilo que tem pouca importância (ou importância relativa) mas que se encontra em maioria. Desse modo poder-se-ão estabelecer prioridades em termos de energia, tempo e dinheiro gastos na resolução de problemas de qualidade (Goetsch, 1994).

A Figura 7 exhibe o aspeto de um diagrama de Pareto, após a sua construção. O eixo vertical esquerdo mostra o número de ocorrência dos defeitos, o eixo da direita é uma escala em percentagem e o eixo horizontal demonstra cada tipo de defeito.

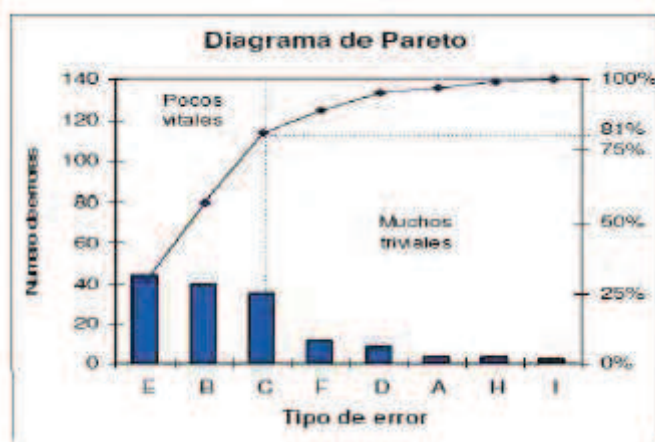


Figura 7 - Exemplo de um Diagrama de Pareto (retirado de Koch, 1998)

Devemos usar esta ferramenta quando (Tague, 1995):

- Se pretender analisar os dados por grupos, para revelar certos padrões;
- O objetivo é focar-se nos problemas ou causas mais significativas;
- Se pretendo comunicar a informação a outros;
- Se ambiciona relacionar causa-efeito, por comparação de um gráfico de Pareto, classificado por causas e outro por efeitos;
- Se deseja avaliar as melhorias, antes e depois das informações coletadas.

### 2.3.3.5. Diagrama de Causa e Efeito

Em qualquer estudo de um problema, o *efeito* – seja um defeito particular ou uma certa falha do processo – é normalmente conhecido. A análise de causa-efeito deve ser usada para descobrir todos os fatores de contribuição possíveis ou *causas* do efeito. Esta técnica compreende o uso de diagramas de causa-efeito e *brainstorming*.

O diagrama de causa e efeito, também denominado de diagrama de Ishikawa ou diagrama de espinha de peixe, mostra a *cabeça do peixe* como o problema da qualidade e as causas estão representados na *espinha*. Estas causas podem estar

relacionadas com máquinas, trabalhadores, medições, fornecedores, materiais e muitos outros aspetos do processo produtivo. Cada uma dessas causas pode ter outras causas associadas que são apresentadas por espinhas menores. Por exemplo, um problema com máquinas pode ser devido à necessidade de ajustamento, ser antigo ou ter problemas de ferramenta. Simultaneamente, um problema com os colaboradores pode estar relacionado com a falta de treino/formação, supervisão fraca ou fadiga. Um exemplo de diagrama de causa e efeito é apresentado na Figura 8.

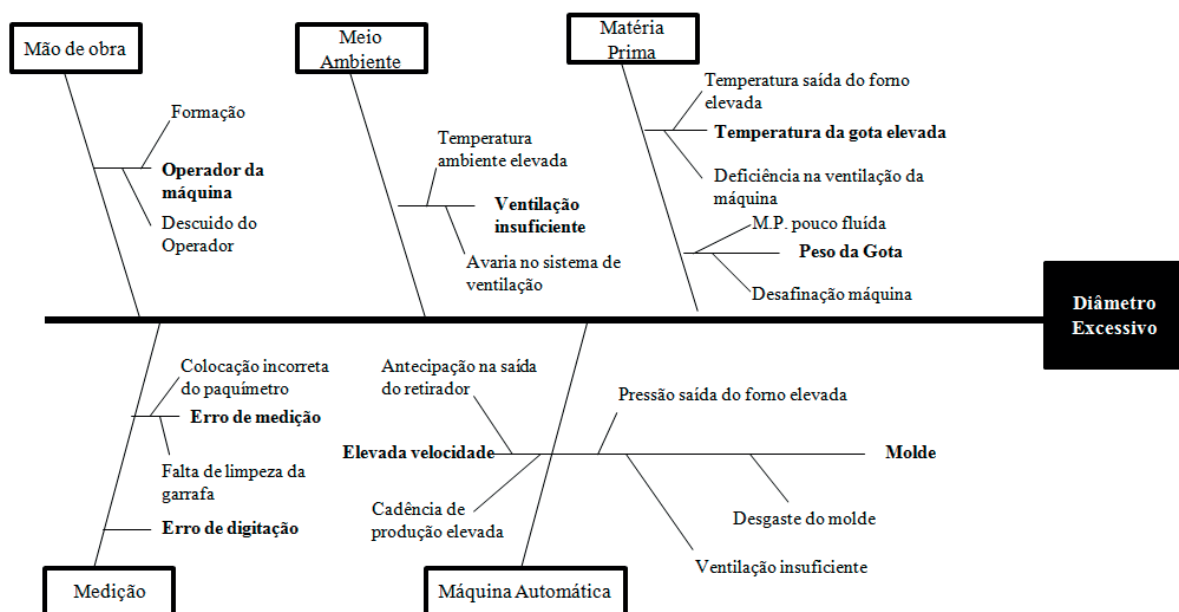


Figura 8 - Diagrama de causa e efeito (retirado de Requeijo et al., 2005)

Devemos usar esta ferramenta quando (Tague, 1995):

- É desejado o pensamento amplo sobre as possíveis causas;
- O pensamento da equipa tende a cair há rotina.

### 2.3.3.6. Gráfico de Dispersão

O diagrama de dispersão utiliza-se para estudar e determinar a possibilidade de existência de uma relação entre duas variáveis (direta ou inversamente proporcional). Uma aplicação interessante é procurar verificar se existe alguma relação entre uma hipotética causa e um efeito. No entanto, através deste tipo de diagrama não é possível identificar qual das variáveis é a causa e qual é o efeito. Apenas coloca em evidência a existência da relação e qual o grau desta (Saraiva & D'Orey, 1999).

As duas variáveis em questão podem ser:

- Uma característica da qualidade do produto e um fator do processo, sendo esta uma relação de causa-efeito;
- Dois fatores do processo, podendo-se investigar se estão relacionados entre si;
- Duas características da qualidade, podendo-se investigar se existe uma característica da qualidade substituta.

Devemos usar esta ferramenta quando (Tague, 1995):

- Se procura a identificação de potenciais causas/raiz dos problemas;
- Depois de realizar um *brainstorming* de causas e efeitos, usar um diagrama de espinha de peixe, para determinar se uma causa, em particular, está relacionada com o efeito;
- O objetivo é determinar se dois efeitos, que aparentam estar relacionados, ambos ocorrem pela mesma causa.

### 2.3.3.7. Cartas de Controlo

As cartas de controlos representam uma ferramenta da qualidade muito importante. Estas cartas são usadas para avaliar se o processo está a funcionar dentro das expectativas relativamente a um valor medido como peso, largura ou volume (Reid & Sanders, 2005). Estas são ferramentas estatísticas usadas na análise e compressão das variáveis do processo, para determinar a capacidade do processo relativamente às variáveis (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2008). Por exemplo, podemos medir o peso de um saco de farinha, largura de um pneu ou o volume de uma garrafa de bebida.

Todos os processos exibem variações que podem ser classificadas, como resultado de causas comuns ou especiais. Causas comuns de variação são inerentes ao processo, enquanto a variação causada por causas especiais, está fora do sistema. As cartas de controlo são usadas para identificar e diferenciar as duas causas de variação (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2008). A Figura 9 representa um exemplo de carta de controlo.

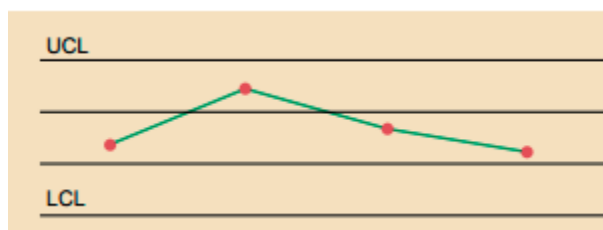


Figura 9 – Exemplo de carta de controlo (retirado de Reid et al., 2005)

### 2.3.4. Melhoria da Qualidade e o Ciclo PDCA

O objetivo principal da aplicação do ciclo *PDCA* é na melhoria de processos. Quando a melhoria do processo começa com um planeamento cuidado resulta em ações corretivas e preventivas, apoiadas por ferramentas de garantia da qualidade, o que leva a uma verdadeira melhoria dos processos. A aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade, em correlação com as quatro etapas do ciclo de *PDCA*, é demonstrada na Figura 10 e Tabela 4.

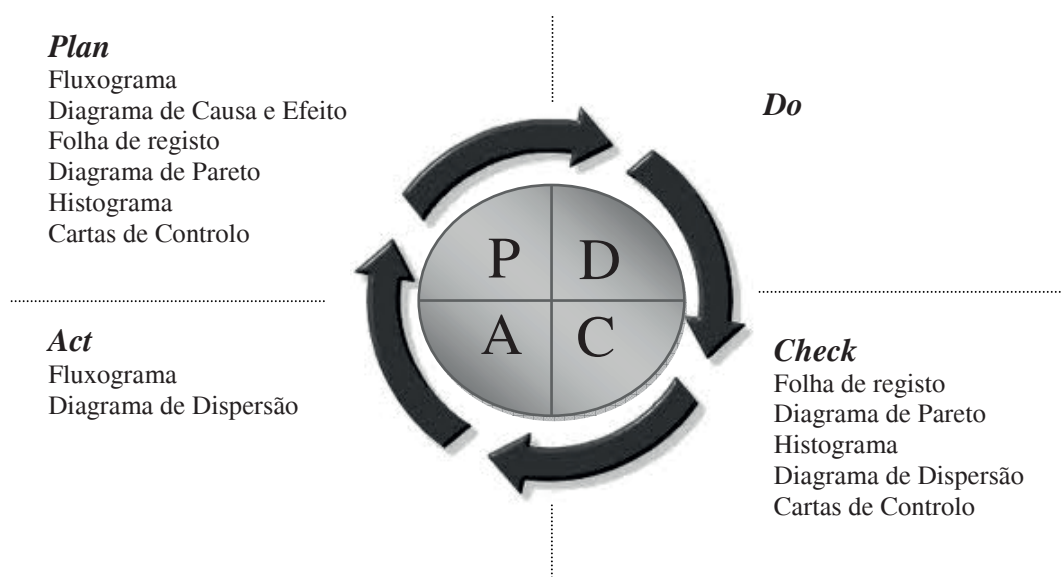


Figura 10 - Relação entre o ciclo PDCA e as sete ferramentas básicas da qualidade (adaptado de Paliska et al., 2008)

Tabela 4 - Correlação entre o ciclo PDCA e as sete ferramentas básicas da qualidade (adaptado de Paliska et al., 2008)

Sete ferramentas básicas da qualidade (7QC tools)	Etapas do ciclo <i>PDCA</i>			
	Plan	Plan, Check	Plan, Act	Check
	Identificação do problema (1)	Análise do Processo (2)	Desenvolvimento de soluções (3)	Avaliação de resultados (4)
Fluxograma	X		X	
Diagrama de Causa e Efeito	X	X		
Folha de registo	X	X		X
Diagrama de Pareto	X	X		X
Histograma	X			X
Diagrama de dispersão		X	X	X
Cartas de Controlo	X	X		X

Como podemos verificar pela Tabela 4, para identificar um problema (1), podem ser usadas a maioria das ferramentas da qualidade; apenas o diagrama de dispersão é retirado. Na análise de um problema (2) são utilizados os diagramas de causa e efeito, folhas de registo, diagramas de Pareto, diagramas de dispersão e cartas de controlo. Quando a equipa está a desenvolver uma solução (3) para um problema analisado, os fluxogramas e os diagramas de dispersão podem ser úteis. Na fase de avaliação de resultados (4), podem ser utilizadas a maioria das ferramentas implementadas com sucesso.

Segundo Keller (2005), o modelo para o uso esquemático de ferramentas da qualidade para monitoramento de processos, aquisição de dados e melhoria da qualidade é mostrado na Figura 11.

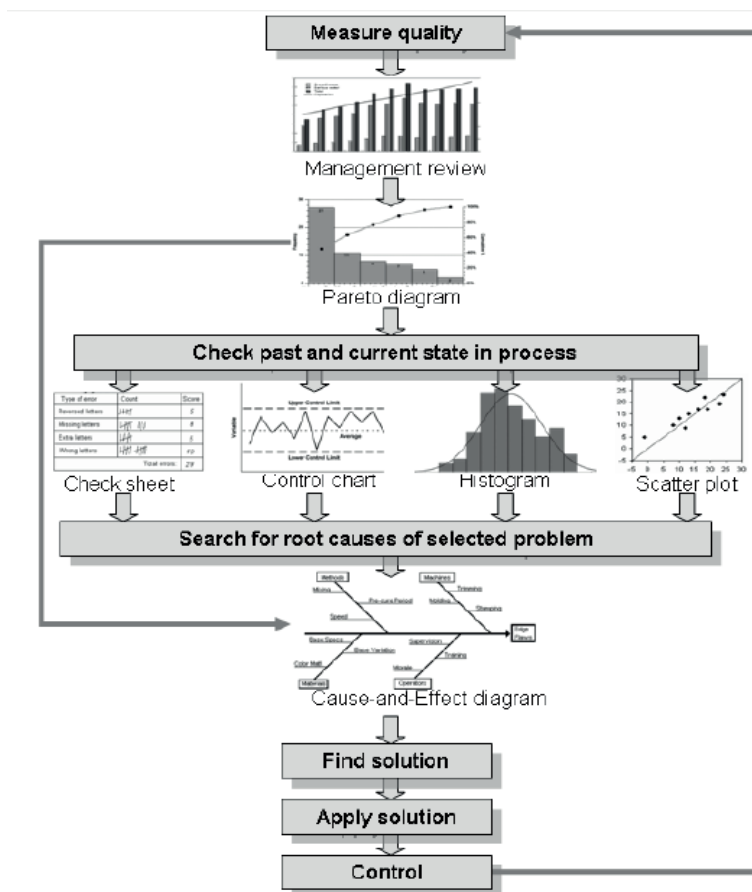


Figura 11 - Sete ferramentas da qualidade para a melhoria da qualidade. (Retirado de Keller, 2005)

### 2.3.5. Eliminação de desperdícios

Em qualquer abordagem de melhoria torna-se importante a redução e consequente eliminação de desperdícios. Cada um de nós tem uma ideia diferente do que são desperdícios e esta pode mudar perante as condições. Ao remover todos os desperdícios do processo restam as operações que criam valor. Deste modo, as organizações estarão a reforçar as suas vantagens competitivas (Pinto, 2007).

Segundo Pinto (2007), nas empresas, vários tipos de problemas surgem todos os dias, cuja resolução muitas das vezes acaba por conduzir à criação de desperdícios.

Vejam-se os seguintes exemplos.

Na produção:

“Não há lugar para colocar estas coisas, então vamos colocá-las aqui.”

Na inspeção:

“Temos tido algumas reclamações de qualidade, então vamos colocar alguns inspetores no local.”

“Alguns defeitos têm ocorrido neste processo, então vamos fazer mais peças para ter a certeza de que temos a quantidade suficiente de peças boas para entregar ao cliente.”

No equipamento:

“Há uma paragem numa máquina, então vamos chamar a manutenção para fazer uma intervenção de emergência.”

O que há de incorreto nestas respostas é que todas elas se referem a soluções de recurso. Ninguém pergunta porque é que o problema está a acontecer, e nenhuma das respostas nos leva até à causa do problema. Simplesmente resolvem o que já aconteceu não prevenindo situações de futuro. No entanto, estes tipos de respostas tornaram-se situações frequentes no dia-a-dia empresarial.

Desperdício é definido por Womack & Jones (2003) como “qualquer atividade que consome recursos mas não acrescenta valor”. *Muda* é a palavra japonesa que define desperdício. Segundo Shingo (1985) existem sete categorias de desperdícios:

- **Excesso de produção** – quando é feita uma produção em quantidades superiores às encomendadas pelo cliente, mesmo quando a ordem de fabrico já se encontra encerrada.
- **Esperas** – todo o tempo em que os produtos se encontram prontos a serem transformados mas que ficam à espera dos recursos. Esses recursos podem ser materiais, pessoas, equipamentos ou informações não disponíveis.
- **Transportes e movimentações** – otimizar todos os transportes para se evitar as deslocações desnecessárias. Este desperdício pode estar ligado à má conceção do *layout* das empresas.
- **Desperdício do próprio processo** – a falta de formação por parte dos operadores e com isso o pouco conhecimento técnico sobre o que está a ser produzido, faz com que se perca demasiado tempo em correções. Este desperdício surge devido à incorreta utilização das ferramentas e dos equipamentos ou então devido à falta de informação.
- **Stocks** – os excessos de matéria-prima, de produtos acabados ou semi-acabados não adicionam qualquer tipo de valor. O excesso de stock para além de não criar valor vai ocupar uma área importante das empresas ficando esta com os armazéns sobrelotados.
- **Defeitos** – produzir produtos defeituosos não acrescenta valor e, quanto mais tarde for detetado esse defeito, mais recursos foram utilizados e mais tempo foi gasto desnecessariamente, consequentemente mais custos significam para a empresa.
- **Trabalho desnecessário** – má organização do posto de trabalho faz com que o operador possa ter que efetuar mais operações do que as que realmente precisa para a produção do produto. Muitos dos movimentos podem não ser necessários, o trabalho é o movimento que se faz para criar valor ao produto. Os movimentos que não criam valor são desperdício.



### **3. Apresentação do Caso de Estudo**

Este capítulo tem como objetivo a apresentação da empresa, assim como do seu processo produtivo conjuntamente com a caracterização do problema em análise.

#### **3.1. Apresentação da Empresa**

O estudo de caso foi realizado numa empresa da indústria têxtil no ramo das redes e cordoaria, que por questões estratégicas prefere não ser identificada. A empresa produz fios, cordas, redes e cabos de matérias-primas sintéticos e naturais. Atua no mercado há 46 anos e tem cerca de 1000 funcionários no mundo. Opera em 3 turnos, 24 horas por dia, 7 dias por semana.

#### **3.2. Processo Produtivo**

A produção de fio agrícola consiste no processo de extrusão seguido de torção, com algumas etapas intermédias tal como descrito na revisão bibliográfica. Para uma melhor contextualização são apresentadas, na Figura 12, as fases do processo produtivo através de um fluxograma, desde a chegada de matérias-primas até ao armazenamento do produto. Este processo divide-se dependendo se a torção é aplicada na mesma linha de produção ou não.



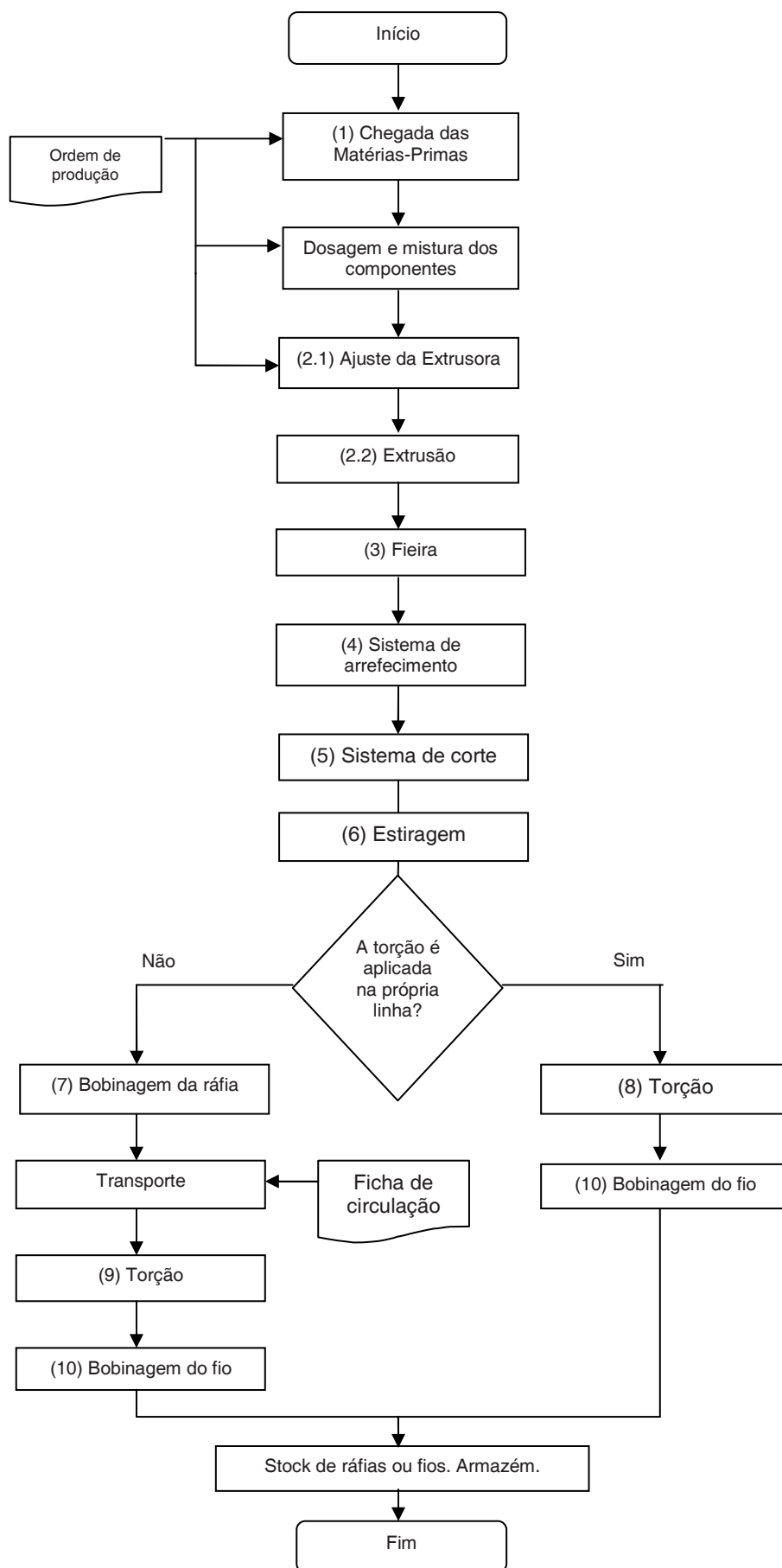


Figura 12 - Processo produtivo do fabrico de fio agrícola

Neste processo, são utilizadas principalmente matérias-primas (1) como o Polipropileno (PP) e o Polietileno (PE), aditivos como o Anti-UV e corantes para obter a cor pretendida. Embora as condições de processamento e o tipo de equipamento utilizado tenham elevada influência nas características mais importantes a estes produtos (resistência, alongamento e fibrilação), as matérias-primas também influenciam substancialmente, nestes valores.

De seguida, realiza-se a extrusão (2.2) da mistura termoplástica. Esta etapa faz com que o produto adquira as características pretendidas. Assim sendo, nesta fase, várias características (2.1) são importantes para o produto:

- Tamanho e velocidade do fuso;
- Temperaturas dos vários componentes da extrusora (perfil de temperaturas);
- Pressões dos vários componentes da extrusora;
- Velocidade da bomba.

Estes são valores possíveis de controlar visualmente e relatam ao longo do tempo o comportamento da extrusão. As eventuais falhas de qualidade que ocorrem no processo de extrusão, podem ter consequências importantes para as fases posteriores da linha de produção. Uma das suas manifestações mais frequentes é a ocorrência de defeitos no filme plástico.

Posteriormente, o material fundido na extrusão, ganha a forma pretendida (filme plástico) através da fieira (3), também denominada matriz. Esta introduz tal orientação no filme que conduz à criação de condições de estirabilidade e fibrilação.

No sistema de arrefecimento (4) existem dois tipos de técnicas utilizadas:

- Por banho de água (não abordado neste caso de estudo);
- Por contacto com rolos arrefecidos – Chill Roll.

Estes sistemas têm grande influência na gama de estiro<sup>1</sup> a usar e nas propriedades mecânicas finais dos produtos. O arrefecimento por *Chill Roll* em relação ao banho de água, permite maiores produções e arrefecimento mais eficiente. Porém, no caso do arrefecimento de filmes grossos, existe maior dificuldade no arranque e têm custo inicial e de manutenção superior. Neste sistema há necessidade de utilizar uma corrente de ar (denominada de faca de ar) que, incidindo sobre o filme à saída da fieira, o obriga a um contacto perfeito com o rolo polido. Elimina-se, deste modo, toda a inclusão de ar entre eles, o que poderia originar diferentes contactos ao longo da superfície do filme, com as consequentes flutuações, na tenacidade das fitas depois do estiro. Na Figura 13, apresenta-se a forma do filme plástico, após a fieira e o *Chill Roll*.

---

<sup>1</sup> Estiro – Alongamento da fita através de diferentes velocidades dos rolos e temperaturas elevadas da estufa.



Figura 13 - Conjunto da fieira e *Chill Roll*. Apresentação do filme plástico

Logo após o arrefecimento, o filme é cortado em fitas de acordo com as dimensões do fio a produzir (5). São utilizadas barras, onde estão dispostas lâminas distanciadas umas das outras, de acordo com as larguras pretendidas para as fitas, como representado na Figura 14.

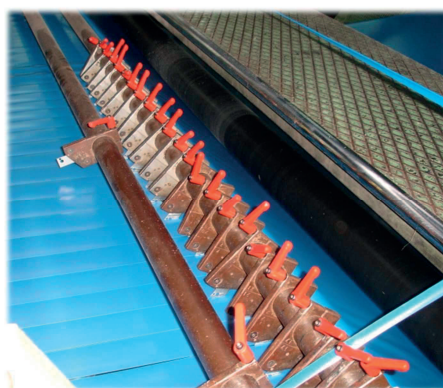


Figura 14 - Zona de corte através de lâminas

A fase seguinte, o estiro (6), é composta por:

- Primeiros rolos de puxo

Conjunto de rolos dispostos por dois ou mais planos, com velocidade controlável e pelos quais passam as fitas provenientes do sistema de corte. A sua função é puxar as fitas, dar-lhes uma certa tensão e regularizar a sua velocidade, de modo a permitir a sua entrada na estufa de estiramento.

- Estufa de estiramento

Nesta estufa, fechada, há produção de calor que é transmitida às fitas. Normalmente, o comprimento das estufas está entre os 2,5 e 4 metros. Esta característica tem relação com a velocidade do filme e a gama desejada de estiro. Nesta zona é muito importante existir uma distribuição homogénea de calor.

- Segundos rolos de puxo

Análogos aos primeiros rolos de puxo, colocados à saída da estufa de estiro, também de velocidade controlável. A velocidade destes rolos é maior que a dos primeiros, sendo a relação entre as duas, chamada de razão de estiro:

$$\text{Razão de estiro} = \frac{\text{Velocidade dos rolos à saída da estufa}}{\text{Velocidade dos rolos à entrada da estufa}}$$

Esta razão existe para o produto obter a resistência pretendida. Normalmente, o valor desejado para este tipo de produto, compreende-se entre 11 e 13, valor adimensional.

Em algumas linhas de produção existe também a fibrilação. Esta é essencial quando se pretende fabricar ráfias para cordoaria, dando certas propriedades dimensionais ao produto. A fibrilação consiste num rolo recoberto de agulhas, por onde passam as ráfias tensionadas entre os dois rolos, de modo a serem obrigadas a contactar com as agulhas. Como a velocidade do rolo fibrilador, é maior que a da passagem das ráfias elas são rasgadas, como demonstra a Figura 15.

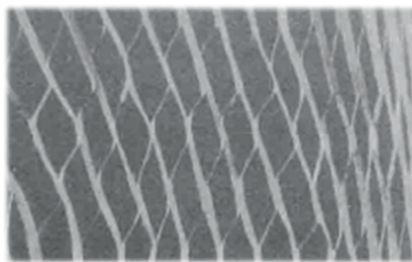


Figura 15 - Efeito da fibrilação na fita (retirado de Phillips et al., 2009)

De seguida, a rafia pode ser bobinada em forma de fita (7) ou pode aplicar-se a torção transformando em fio (8). No caso da rafia ser bobinada em forma de fita, esta segue para outras linhas de produção, de modo a ser aplicada a torção (9).

Em qualquer dos casos de bobinagem (10), é muito importante a qualidade das bobinas obtidas que, no geral, se devem apresentar com topos lisos e sem diferenças de tensões, ao longo de todo o enrolamento.

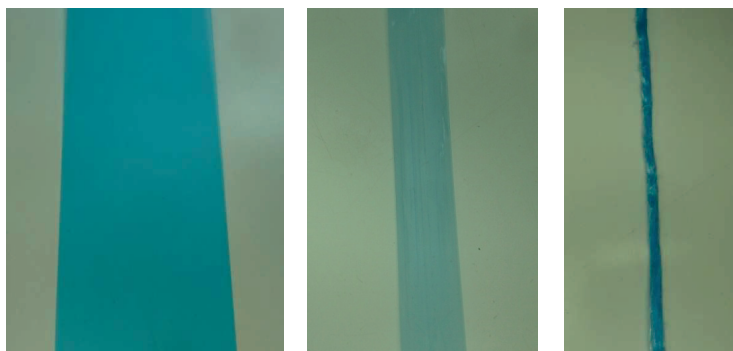


Figura 16 - Comparação ilustrativa da fita sem estiro, fita com estiro (ráfia) e fio (respetivamente da esquerda para a direita)

A Figura 16 demonstra uma comparação entre a fita sem estiro, fita com estiro (também denominada ráfia) e fio.

No final, o produto é identificado e transferido para o armazém de produto acabado.

### 3.2.1. Controlo da Qualidade

Para se identificar se uma peça, amostra ou lote, atende a determinadas especificações da qualidade, realiza-se o controlo da qualidade. Para uma melhor contextualização são apresentadas, na Figura 17, as fases do controlo da qualidade da empresa, através de um fluxograma.

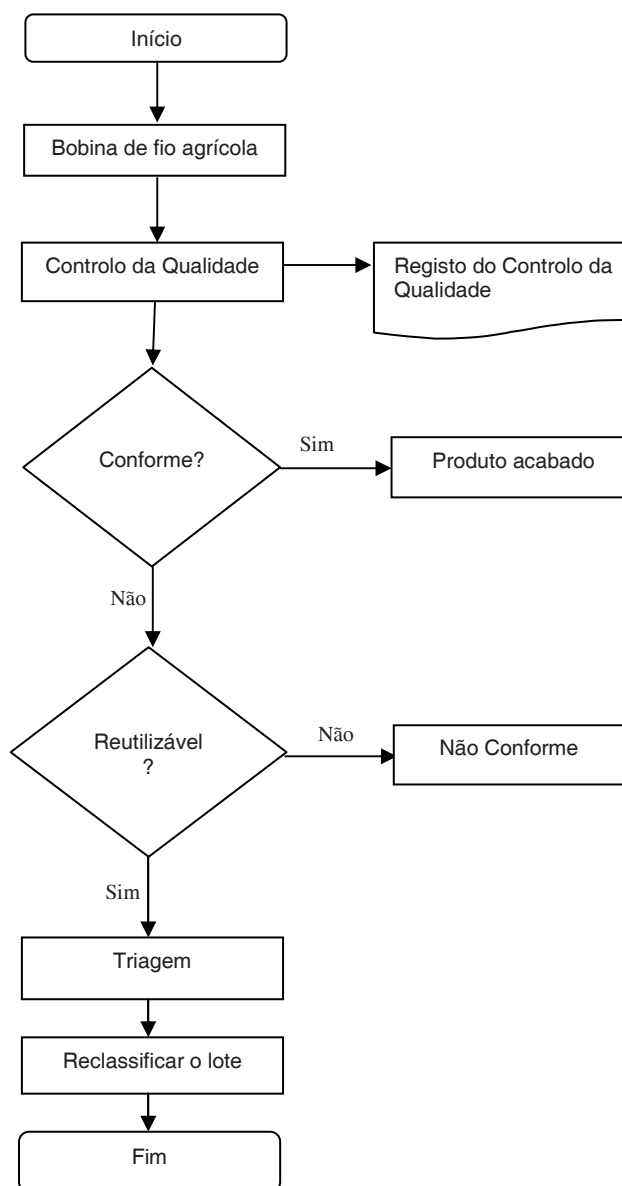


Figura 17 - Fluxograma dos procedimentos do controlo da qualidade da empresa

O trabalho da qualidade opera, principalmente, no final da cadeia de produção, ou seja, na secção logo após os torcedores e antes do seguimento das bobinas para

armazenamento. De maneira geral, garante-se a qualidade por meio de inspeções aos produtos acabados.

Na linha de produção são realizados controlos ao peso de todas as bobinas e às suas dimensões, tendo que estar entre as especificações definidas pela empresa. Sabendo que as bobinas serão para abastecer enfardadeiras, estas têm que ter as dimensões adequadas. O peso e o diâmetro estão diretamente relacionados com a quantidade de metros que a bobina possui; estes metros são colocados e controlados pelo colaborador, na torcedora, e são ajustados ao longo do tempo conforme as condições de extrusão e a forma como essas variam. Também na linha são retiradas amostras, uma vez ou mais, por turno, para análise da densidade linear ou metragem. Em laboratório fazem-se testes à resistência do fio. Estas características são tidas, pela empresa, como importantes para a qualidade do produto.

### **3.3. Caracterização do problema em análise**

Em geral, os grandes problemas das indústrias de transformação são as perdas de produção, durante o processo e a baixa qualidade do produto. Nas indústrias de fio agrícola, este problema ocorre em todas as etapas da industrialização, quer sejam, extrusão, corte e torção.

A empresa, visando a melhoria da qualidade e, consequente, redução de desperdícios, percebeu que seria importante, numa primeira fase, estudar a variação das características do produto acabado ao longo do tempo. Esta representa um dos principais problemas da geração dos desperdícios; conclusão retirada baseada na experiência dos trabalhadores. A variação existente nas espessuras dos filmes gera alterações na qualidade do produto, como também variação do custo de fabricação dos mesmos. Para tal, foi realizado um estudo sobre este tema numa linha específica: **A**. A linha **A** é caracterizada por produzir maioritariamente fios finos, podendo estar até 28 fitas a produzir em simultâneo. Nesta linha, a torção é imediata à extrusão, o que significa que o produto final é a bobina de fio agrícola.

Numa segunda fase, a linha de produção **B** foi objeto de estudo pois esta apresenta maiores níveis de geração de desperdício relativamente às outras linhas devido ao seu processo produtivo, pois a torção não é seguida à extrusão. Significa isto que não existe um controlo em tempo real do material extrudido, como acontece na linha **A**.

Antes de iniciar a apresentação de resultados, foi possível reconhecer algumas características diferenciadoras e condicionadoras ao projeto que serão abordadas nos próximos pontos.

#### **1) Falta de sistema de informação**

A empresa não detém nenhum sistema informático adequado à produção. Na realidade, existe o SAP em que um colaborador dedica-se a colocar os dados da quantidade produzida e da quantidade de desperdício (aqui faz-se a junção da quantidade de desperdício do processo com a quantidade de produtos não

conformes). Estes dados, por si só, não definem uma produção e não permitem a melhoria da qualidade sustentável.

## **2) Variedade de referências e mudanças de cor**

A empresa para conseguir acompanhar a indústria tem que se adaptar a ela. Como tal, existe uma grande variabilidade de referências de produtos e, consequentemente, os volumes de produção são tendencialmente mais baixos.

As empresas produtoras deste género de produto têm uma especificidade própria, tendo em conta inúmeras variáveis, tais como a sazonalidade do consumo, a mudança de ferramentas em tempo útil, a gestão de *stocks* e as constantes mudanças de cor.

## **3) Fraco planeamento da produção**

Como consequência da alta variabilidade de produtos, surge o planeamento a curto prazo e o difícil encargo de cumprir de forma atempada os prazos de entrega. Igualmente estas organizações trabalham em regime de laboração contínua, incluindo sábados, domingos e feriados. Desta forma, torna-se difícil coordenar atividades que impliquem estudo do processo ou reunir todas as pessoas envolvidas num processo.

## **4) Poucos recursos monetários e humanos**

Atualmente, a economia portuguesa obriga muitas vezes à fraca remuneração salarial, o que se traduz na contratação de mão-de-obra pouco qualificada e habilitada. Em alguns casos, poderá não haver pessoas com qualificação superior, o que torna complicada a orientação de ações de melhoria da qualidade.

## **5) Cultura e resistência à mudança**

A empresa tem a cultura de agir somente quando os problemas surgem. A cultura preventiva é inexistente e os conhecimentos adquiridos pelos funcionários são fruto da experiência, tipo tentativa e erro. Quando os imprevistos acontecem, há necessidade de solucionar os problemas.

Em complemento à cultura reativa existe muitas vezes a falta de estruturação e padronização do trabalho. Medidas para a melhoria da qualidade tem que ser tomadas e essa tarefa não é fácil, visto ser necessário introduzir novos hábitos de trabalho e novos procedimentos que precisam de ser assimilados pelos colaboradores.

## **6) Fraca comunicação entre departamentos**

Para existir melhoria dos processos e da qualidade é necessário os departamentos terem os objetivos alinhados. Uma fraca comunicação entre estes geram problemas e dificultam a implementação de melhorias.

## 4. Apresentação de Resultados

### 4.1. Variabilidade das características do fio agrícola no processo

Mesmo que o processo esteja bem desenvolvido e implementado, existem sempre fontes de variação que o afetam durante um curto ou longo prazo, causando maiores ou menores variações. Qualquer processo é afetado por diversas fontes de variação (Vieira, 2001). O objetivo deste estudo centrou-se em entender como as características do produto final variam ao longo do tempo, em diferentes condições de fabrico e qual a influência dos componentes de extrusão.

#### 4.1.1. Metodologia e condições de teste

A característica do produto, definida pela empresa, a ser estudada foi a metragem por kg (m/kg) do produto final. Apesar de ao longo da linha de produção, o produto adquirir diferentes formas e características, que seriam importantes estudar, esta não está preparada, em nenhuma das fases, para realizar controlo da qualidade, existindo apenas no final da torção a possibilidade de ensaio. Seleciona-se assim a metragem por kg, para estudo. Apesar de não ser ideal, é uma característica que define o produto, relaciona-se com outras características e é de determinação experimental.

Para o estudo escolheu-se a linha **A** para se realizarem os ensaios. Esta linha é composta por extrusora, fieira, *chill-roll*, zona de corte (lâminas), rolos de puxo, estufa, acumuladores, torcedores e embalagem.

Neste caso é também importante perceber que uma amostra de fio é caracterizada por (Figura 18):

- Comprimento (5 metros);
- Largura (distância entre as lâminas);
- Espessura (descrita pelos parâmetros da extrusora e fieira);
- Torção.

Todas estas influenciam a metragem por kg. Mas sabendo que o comprimento da amostra é fixo (5 metros) assim como a torção, então as características suscetíveis de variação são a largura e a espessura.

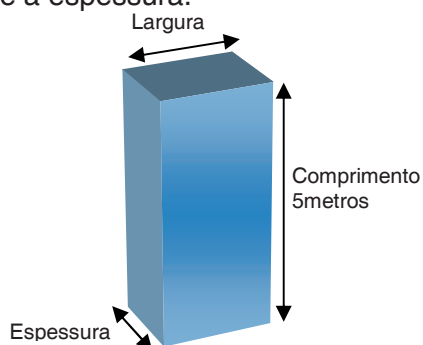


Figura 18 - Representação das características do fio antes da torção



A largura, sendo definida pela distância entre as lâminas, poderia ser uma distância fixa. Porém, a empresa tem como metodologia modificar estas distâncias, sempre que existem amostras fora das especificações, na realização de ensaios.

Mantendo a largura constante, a espessura do filme seria a única característica variável, pois as condições de extrusão também o são. Esta seria facilmente estudada se existisse um controlo automático das espessuras do filme, visto que estaria relacionada diretamente com a metragem. Não existindo essa possibilidade optou-se pelo método manual já utilizado no controlo da qualidade, os ensaios de metragem por kg.

Decidiu-se que nas datas de 14-11-2012 a 22-11-2012 tentar-se-ia retirar o máximo de amostras possível para análise.

Porém, existiram várias limitações de estudo, que serão abordadas nos próximos pontos.

#### **1) Controlo da qualidade tardio no processo**

Cada etapa do processo adiciona valor ao produto. Sabendo que o controlo da qualidade apenas se processa no final, considera-se tardio;

#### **2) Sem relação entre os componentes da linha produtiva**

Como não existe um controlo da qualidade em várias etapas ao longo da linha, não existe uma interpretação de como cada componente afeta o produto.

#### **3) Elevadas modificações no processo**

A empresa usa como metodologia alterar o processo após a realização de um ensaio. Por vezes, o processo é modificado 3 vezes em 24 horas, o que dificulta o estudo do processo. Outro dos componentes que dificultou foi a elevada permutação de produtos, a fabricar na mesma linha de produção, mudando assim as especificações do produto e as condições de fabrico.

Sendo assim, o estudo consistiu na recolha de vários ensaios devidamente identificados, tendo o comprimento, largura e torção fixos.

### **4.1.2. Materiais e amostras**

Numa primeira instância, foram recolhidas amostras garantindo que os componentes não sofreram modificações. Para tal foi necessário acompanhar na íntegra o processo e sempre que era estritamente necessário modifica-lo (para o produto ir de encontro às especificações), as amostras subsequentes já não se poderiam analisar com as antecedentes. Ou seja, o conjunto de ensaios foram realizados em vários dias, não podendo existir relação entre eles. Para contornar esta dificuldade utilizaram-se as ferramentas estatísticas de média e desvio padrão. A Tabela 5 demonstra o número de conjunto de amostras retiradas para análise, caracterizando cada um deles.

Tabela 5 - Códigos e informações acerca dos ensaios realizados na linha A

Código Conjunto Amostra	Data	Nº de amostras	Nº de fitas	Código do Produto	Especificação (m/kg)		Condições de fabrico - Extrusão
					Mínimo	Máximo	
1	14-11-2012	4	26	P30	981	1083	Anexo nº1
2	15-11-2012	3	26	P30	981	1083	
3	16-11-2012	4	26	P30	981	1083	
4	22-11-2012	4	26	P30	981	1083	

Ao todo foram realizadas 390 metragens do mesmo produto. De referir que em todos os conjuntos de amostras, a largura das fitas diferiam. De seguida é apresentada a Tabela 6 com essas larguras, sendo que no último conjunto não foi possível retirar essa informação. As fitas estão pela ordem admitida pelos colaboradores da empresa, sendo que a 1 corresponde ao lado esquerdo da fieira e a 26 ao lado direito da fieira.

Tabela 6 - Largura das fitas do conjunto de cada amostra

		Conjunto de amostras (mm)		
		1	2	3
Número da fita	1	61	65	55
	2	55	55	55
	3	52	47	46
	4	50	50	54
	5	55	54	52
	6	57	52	55
	7	55	55	54
	8	59	55	55
	9	60	60	61
	10	63	65	65
	11	68	72	73
	12	72	76	72
	13	70	70	70
	14	65	70	65
	15	62	65	60
	16	44	60	55
	17	50	50	53
	18	45	49	47
	19	44	45	45
	20	45	43	43
	21	46	45	44
	22	47	45	49
	23	50	45	46
	24	47	47	50
	25	50	47	50
	26	53	54	55
Média		54,8	55,4	55,0

Da Tabela 6 pode-se retirar uma conclusão, as fitas provenientes da zona central da fieira (fita nº11 à fita nº15) são as que possuem maior distância entre as lâminas.

### 4.1.3. Resultados e Discussão

Após a recolha de um número de amostras considerável, realizaram-se os ensaios da metragem (m/kg). Na Tabela 7 estão demonstradas as estatísticas de média e desvio padrão, utilizadas em cada fita e conjunto de amostras. Através destes é possível verificar onde existem maiores variações e procurar um padrão.

Tabela 7 - Resultados do estudo do conjunto de amostras

		Conjunto de amostras (m/kg)							
		1		2		3		4	
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Número de fita	1	1064,50	19,64	1034,00	2,00	1149,75	19,45	1079,75	17,46
	2	1045,25	8,66	1029,67	5,51	1083,25	16,78	1066,00	15,98
	3	960,25	6,55	1022,67	4,04	1048,00	14,17	1001,75	14,50
	4	1033,25	6,75	1003,33	3,51	972,50	3,11	1076,00	16,39
	5	993,75	9,25	1028,67	2,52	1046,00	4,69	1093,00	11,20
	6	990,00	12,49	1003,33	6,11	973,00	6,32	1031,50	4,93
	7	999,75	12,45	982,33	11,68	1028,75	12,20	1085,00	19,78
	8	1016,00	18,99	1032,67	4,73	1057,50	1,00	977,00	19,41
	9	1065,50	15,00	1086,00	7,81	1064,25	11,87	954,25	24,31
	10	1060,25	9,03	1019,00	1,73	1015,50	8,66	1034,25	22,91
	11	1027,50	11,68	1035,67	17,95	1037,50	5,80	1085,10	8,36
	12	996,25	29,04	977,00	32,91	990,75	12,89	1093,25	61,71
	13	987,50	8,58	1000,00	6,24	1013,75	3,40	1008,03	70,46
	14	993,75	20,84	1003,00	4,58	1014,00	14,54	1127,00	21,71
	15	1004,00	18,02	1016,00	3,61	1049,00	10,52	1056,25	12,04
	16	1013,50	22,28	1025,00	7,21	1086,25	4,11	1069,75	20,81
	17	1001,25	18,55	985,00	3,00	927,00	4,90	1154,50	9,33
	18	978,25	17,90	985,67	6,03	1033,75	7,14	954,50	19,62
	19	948,75	11,15	950,67	2,31	970,00	7,79	1072,75	4,19
	20	992,25	10,66	990,67	6,03	1019,50	5,57	1033,50	6,81
	21	973,00	3,92	989,00	10,39	1005,00	1,63	1013,75	24,34
	22	1076,50	13,18	1068,33	4,51	994,75	5,38	984,00	40,21
	23	1006,00	11,75	1078,67	7,77	1056,25	4,50	947,50	47,56
	24	1058,25	8,58	1001,33	8,14	980,75	9,22	994,25	32,25
	25	1061,25	13,99	1085,67	8,33	1033,50	4,20	879,00	88,70
	26	1082,50	9,15	1069,67	3,51	1008,50	5,00	962,50	27,06

Para demonstrar onde existe maior variação (caracterizada pela estatística desvio padrão), na respetiva coluna foi utilizado um esquema de cores. Nesse esquema de cor, a cor mais clara corresponde a um menor desvio padrão e a cor mais escura corresponde a um maior desvio padrão.

No sentido de compreender os dados graficamente, na Figura 19 está representada a estatística desvio padrão, por número de fita, nos três conjuntos de amostra.

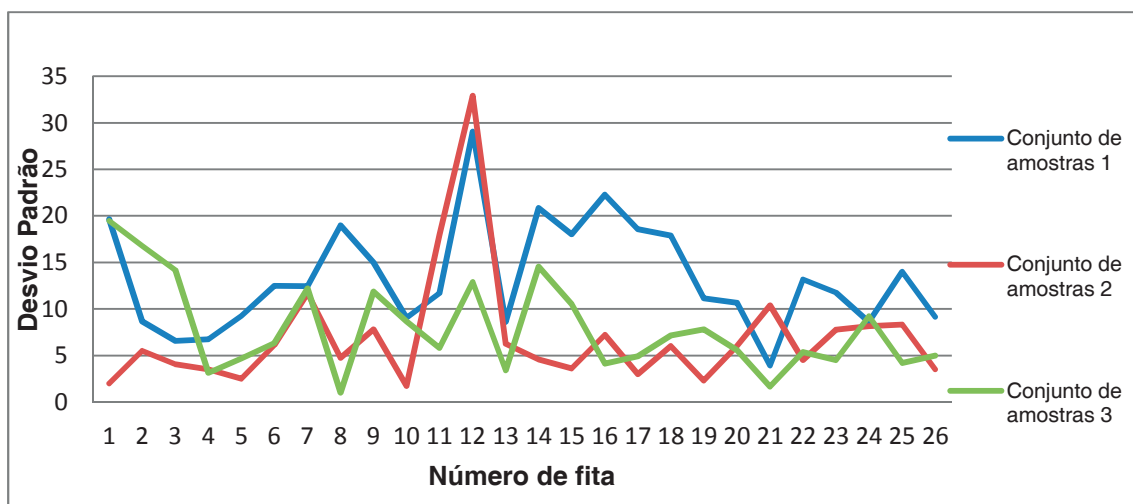


Figura 19 - Desvio padrão por número de fita nos 3 conjuntos de amostra

Podemos então concluir:

- O conjunto de amostras 1 é o que apresenta maiores níveis de variabilidade ao longo das fitas.
- A zona central apresenta maiores variações devido, principalmente, à configuração da fieira (matriz). Esta também ocorre nas zonas laterais pois estas estão associadas à zona da apara.

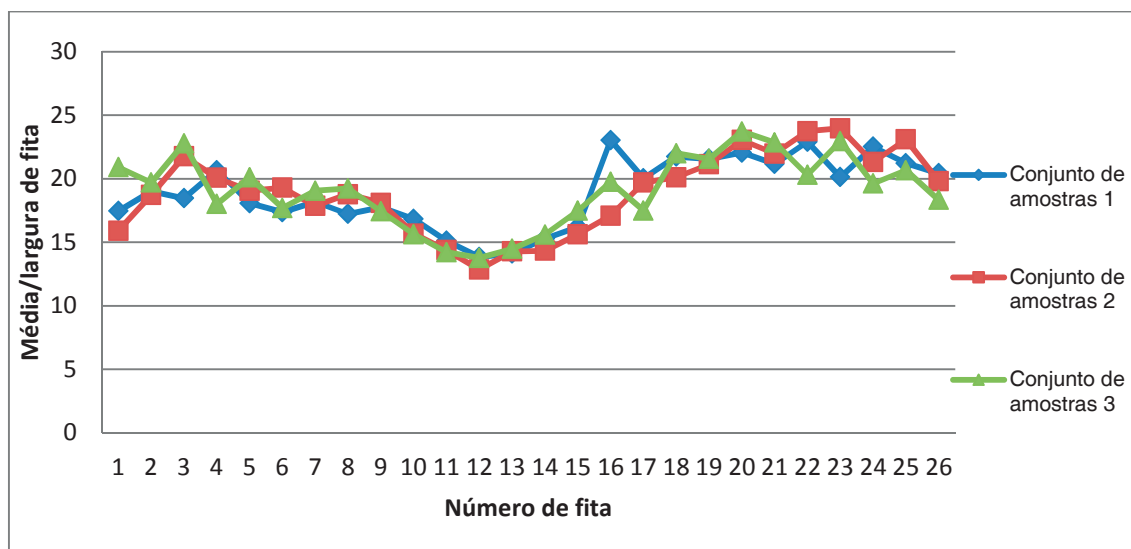


Figura 20 - Média das amostras por largura de fita

Através da Figura 20, que relaciona a média do conjunto de amostras, pela largura da fita, averigua-se que os três conjuntos têm padrões idênticos. A zona central, é a que apresenta maior largura das fitas e a zona lateral direita, a que mostra menor largura.

Para um estudo mais aprofundado, escolheu-se em cada conjunto de amostras, fitas com a mesma largura. No conjunto de amostras 1 selecionou-se fitas com 50 mm de largura (fita nº 4, 17 e 25), no conjunto de dados 2 selecionou-se fitas com 65 mm de largura (fita nº 1, 10 e 15) e no conjunto de dados 3 selecionou-se fitas com 55 mm de largura (fita nº 6, 8 e 16). São fitas que têm um certo distanciamento entre elas ao

longo do filme plástico. Os resultados apresentam-se nas Figuras 21, 22 e 23, respetivamente.

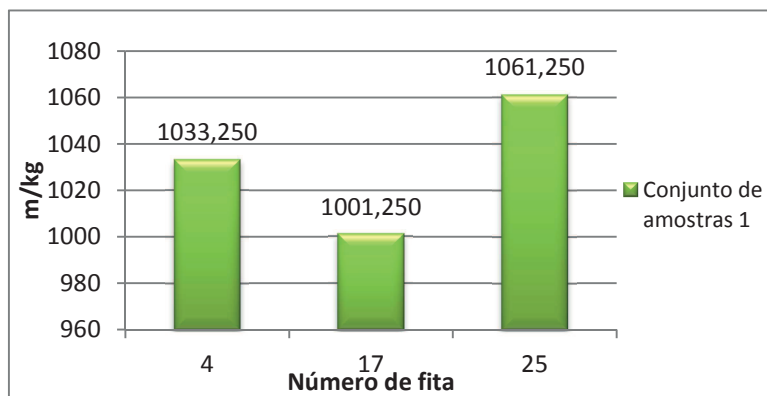


Figura 21 - Comparação da média das fitas com a mesma largura no conjunto de amostras 1

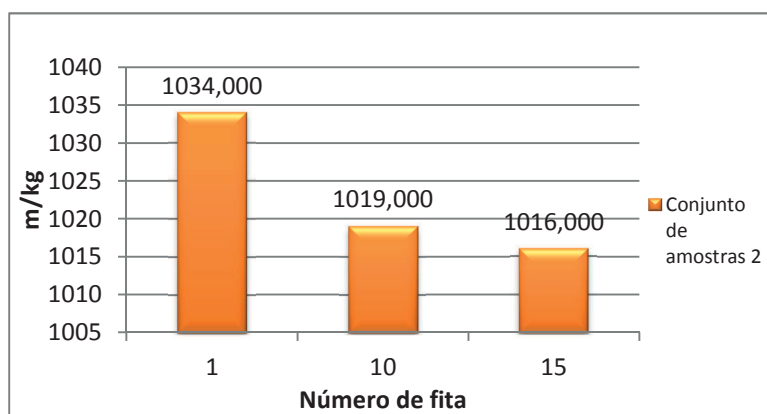


Figura 22 - Comparação da média das fitas com a mesma largura no conjunto de amostras 2

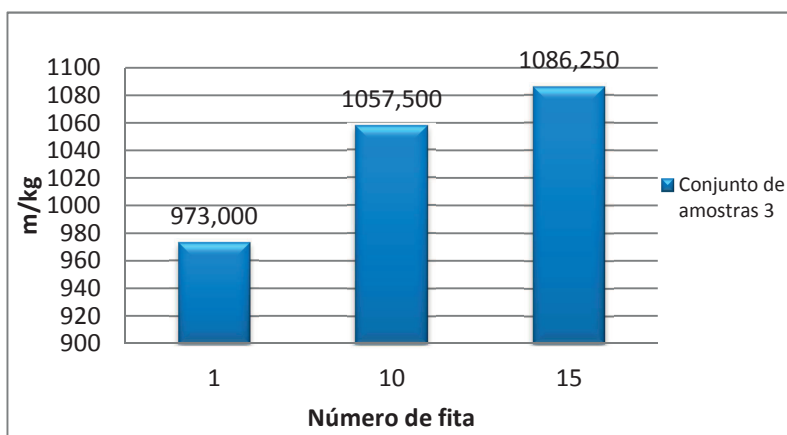


Figura 23 - Comparação da média das fitas com a mesma largura no conjunto de amostras 3

Verifica-se através das Figuras 21, 22 e 23 que, apesar da largura das fitas ser a mesma, o valor das médias das amostras diferem. No caso do conjunto de amostras

1, existe uma amplitude de valores de 60 m/kg. No conjunto de amostras 2 a amplitude é de 18 m/kg e no conjunto de amostras 3 é de 113 m/kg.

Estas diferenças elevadas entre os valores ao longo do filme plástico devem-se principalmente, como já foi referido anteriormente, à fieira, ao seu ajuste mecânico e, possivelmente, à sujidade acumulada, de forma desigual, ao longo da matriz.

Torna-se então necessário conhecer este componente que se denomina fieira ou matriz. A fieira utilizada na linha **A** é uma fieira do tipo *coathanger*<sup>2</sup> (Figura 24).

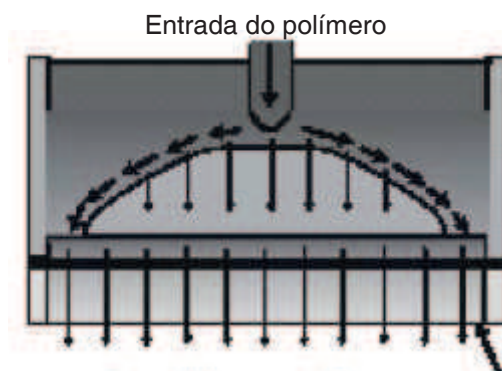


Figura 24 - Fieira do tipo *coathanger* (retirado de Giles et al., 2005)

Neste tipo de fieira a pressão é maior no seu centro do que nas laterais. Sabendo que as altas pressões causam deformações no material, o filme plástico terá menor espessura nesta zona e, conseqüentemente, maiores variações (Giles et al., 2005).

Uma das soluções para reduzir a variabilidade desta propriedade, passaria por aplicar ações preventivas:

- 1) Definir limpezas periódicas às fieiras;
- 2) Definir afinações periódicas às fieiras;
- 3) Manter as condições fixas de fabrico;
- 4) Ajustar as temperaturas da fieira, conforme o tipo de produto a produzir.

Outra solução, seria o investimento no controlo automático de espessuras, entre a fieira e a zona de corte, no entanto este é um investimento elevado.

## 4.2. Melhoria da qualidade num processo de extrusão da linha B

O trabalho realizado, baseado no ciclo PDCA, com o objetivo de obtenção de melhorias no sistema produtivo, dividiu-se nas seguintes fases:

- Identificação e especificação do problema, que consistiu no acompanhamento fabril, análise da situação atual e recolha de informação dos desperdícios e produtividade;

<sup>2</sup> Fieira *coathanger* – matriz plana para produzir filme plástico com a forma de “cabide”

- Procura e identificação das causas do problema;
- Implementação de soluções;
- Verificação e normalização.

O estudo foi realizado entre as datas de 02-01-2013 a 20-05-2013.

#### 4.2.1. Caracterização da situação encontrada

Antes de se iniciar a jornada, é essencial compreender o estado atual da empresa. Esta é uma etapa de recolha de dados e análise do encadeamento de processos, baseados em visitas ao chão-de-fábrica e com o acompanhamento das pessoas mais experientes e colaboradores da empresa.

Neste caso, o problema consiste na elevada geração de desperdícios da linha em estudo (**B**). Esta linha é diferente da analisada anteriormente, pois não existe torção após a extrusão. Para uma melhor contextualização o processo produtivo desta linha B é explicado de seguida.

##### Processo produtivo

A linha de produção B é composta por uma linha de extrusão e quatro linhas de torção, ou seja, a linha de extrusão (B1) abastece as quatro de torção (B2, B3, B4, B5) representado esquematicamente na Figura 25. Apesar de considerar a linha de torção B5 esta nem sempre é utilizada.

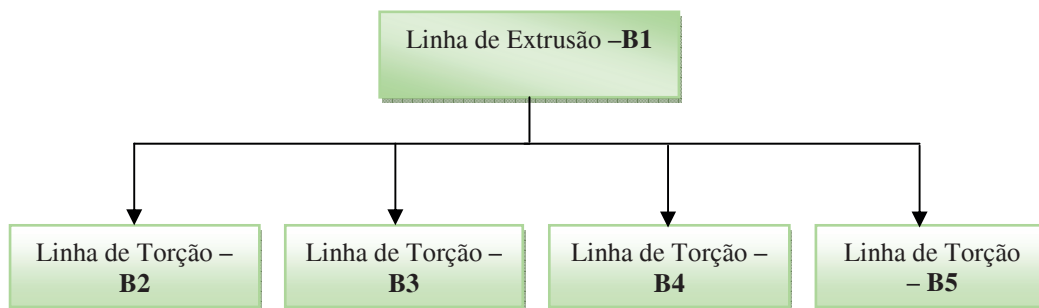


Figura 25 - Esquema da linha de produção B

Tal como explicado no início do capítulo, no processo produtivo desta linha, após a extrusão é realizada a bobinagem da fita. Esta bobinagem é caracterizada por ter longos períodos de produção, podendo estar cinco horas a atingir o tamanho pretendido. Cinco horas no processo de extrusão é um longo período e pode ser submetido a grandes variações no material extrudido. Este facto consiste numa das grandes problemáticas da geração de desperdício pois a linha de extrusão não está preparada para saber, em tempo real, as características do produto. Para contornar a situação, é realizado, em cada bobina, um ensaio à densidade linear (Denier). Apesar de esta característica ser importante como um indicador, não podemos assumir que esta define todo o material extrudido da bobina. No entanto, a densidade linear é de extrema importância para as linhas seguintes: as de torção. É baseado nessa

informação, que os trabalhadores estabelecem a quantidade de metros na torcedora para a produção da bobina agrícola conforme as especificações do cliente.

Atendendo a que a linha de extrusão abastece as três de torção, existe uma escala de especificação dividida em três cores para, conforme a densidade linear, existir uma divisão das bobinas de fita, para que as bobinas de cada cor forneçam uma linha de torção, como esquematizado na Tabela 8.

Tabela 8 - Divisão da escala pelas linhas de torção

Linha	Limites da especificação	Cor da escala	Número de partições
B2	-5% a -2% do valor nominal	Azul	36
B3	-2% a 2% do valor nominal	Verde	36
B4	2% a 5% do valor nominal	Rosa	36

**Nota:** Valor nominal corresponde ao valor da densidade linear (Denier) definido para o produto. Número de partições corresponde ao número de partes que linha tem capacidade de produzir, 36 partições, 36 bobinas.

Esta tabela tem o intuito de reduzir a variabilidade do produto na torção. Quando as bobinas possuem uma densidade linear fora das especificações da escala total (do valor mínimo ou máximo), estas são transferidas para outras encomendas ou são consideradas não conforme, sendo a primeira situação a mais usual.

Relativamente à torção existe também uma situação de especial destaque. As linhas de torção são compostas por três elementos: estantes de armazenamento, torção e bobinagem. As estantes de armazenamento servem para colocar as bobinas de fita dispostas verticalmente; esta etapa consiste na preparação para a torção. Na torção, a fita é torcida transformando-a no fio e, assim, são produzidas as bobinas de fio, mas não o produto final, como mostra a Figura 26.



Figura 26- Bobinas da etapa intermédia da linha de torção

De seguida as bobinas são colocadas numa plataforma para bobinar, como ilustrado na Figura 27. Estas bobinas são ligadas entre si para a bobinagem ser contínua. As



bobinas tendo diferentes densidades lineares influenciam o peso do produto final, estando, por vezes, fora da especificação. No caso de ter peso acima da especificação, o material é retirado até atingir a especificação. Se o peso está abaixo da especificação, é considerado não conforme. Como já foi referido anteriormente, todas as bobinas são pesadas.



Figura 27 - Representação da plataforma para a bobinagem

A variação da densidade linear e consequente geração de desperdício, foi uma das problemáticas que determinou esta análise à linha **B**.

Através do acompanhamento fabril, foi possível detetar vários problemas. Os principais problemas encontrados são descritos nos pontos seguintes:

- Controlo da produção (1);
- Controlo da qualidade e distribuição do material pelas linhas de torção (2);
- Falta de padronização dos processos (3);
- Falta de gestão visual (4);
- Manutenção corretiva (5);
- Sem sistema de informação (6);

#### 1) Controlo da Produção

O principal problema detetado foi a falta de registo de paragens, desperdícios e não conformidades. Apesar de estes pertencerem à folha de autocontrolo da produção, os valores não são corretamente inseridos e não associados a causas. Por exemplo, a paragem é registada, mas a causa não, o que impossibilita a sua análise. Como o seu registo é manual leva a que existam vários erros.

Tal como referido anteriormente, outros dos problemas associados ao controlo da produção, é o facto dos registos não serem informatizados, em tempo real. Existe uma pessoa responsável por recolher todos os mapas e registar, no sistema SAP, as produções, desperdícios e paragens do dia anterior. Apesar da empresa deter o sistema SAP este não está perfeitamente aliada à produção, havendo algumas situações que não retratam a realidade. Para a análise dos desperdícios e não conformidades foi necessária a revisão de cada Ordem de Produção.

Analisando os meses de Dezembro (2012), Janeiro e Fevereiro (2013) da linha de extrusão B, através de ordens de produção, em formato papel, foi possível extrair certas informações:

- Tempo de produção: 1.958,5 h
- Produção: 576.406 kg
- Desperdícios: 15.070,5 kg
- Tempo de paragem total: 163,15 h

Os desperdícios representaram 2,5% da produção total e as paragens 7,7% do tempo total de produção.

Na fábrica não existem folhas de registo, para representar as causas dos desperdícios e a importância de cada uma delas, portanto não foi possível fazer nenhuma análise a este nível. Apesar de não existir nenhuma folha de registos de paragens, através da informação dos mapas de autocontrolo e análise dos livros de Registo de Passagem de Turno, foi possível organizar os dados no que diz respeito às paragens (na Tabela 9) e realizar um diagrama de Pareto, representado na Figura 28.

Tabela 9 – Mapeamento dos tipos de paragem e a sua respetiva duração na linha de extrusão B

Código do tipo de paragem	Tipo de Paragem	Nº de paragens	Tempo de paragens (horas)	Tempo médio por tipo de paragem (horas)	Frequência relativa (%)	Frequência cumulativa (%)
A	Limpeza & Revisão	4	44,25	11,06	27,1%	27,1%
B	Falha Energia	7	26,15	3,74	16,0%	43,2%
C	Falta Pessoal	3	23,7	7,90	14,5%	57,7%
D	Sem motivo descrito	8	15,7	1,96	9,6%	67,3%
E	Limpar lábio & Mudar lâminas	6	15,5	2,58	9,5%	76,8%
F	Avaria Elétrica	2	12,5	6,25	7,7%	84,5%
G	Avaria Mecânica	2	10	5,00	6,1%	90,6%
H	Em espera para iniciar produção	4	5,6	1,40	3,4%	94,0%
I	Outros	3	3,55	1,18	2,2%	96,2%
J	Limpeza do lábio	3	3,5	1,17	2,1%	98,3%
K	Material ao rolo	2	2,7	1,35	1,7%	100,0%
	<b>Total</b>	44	163,15			

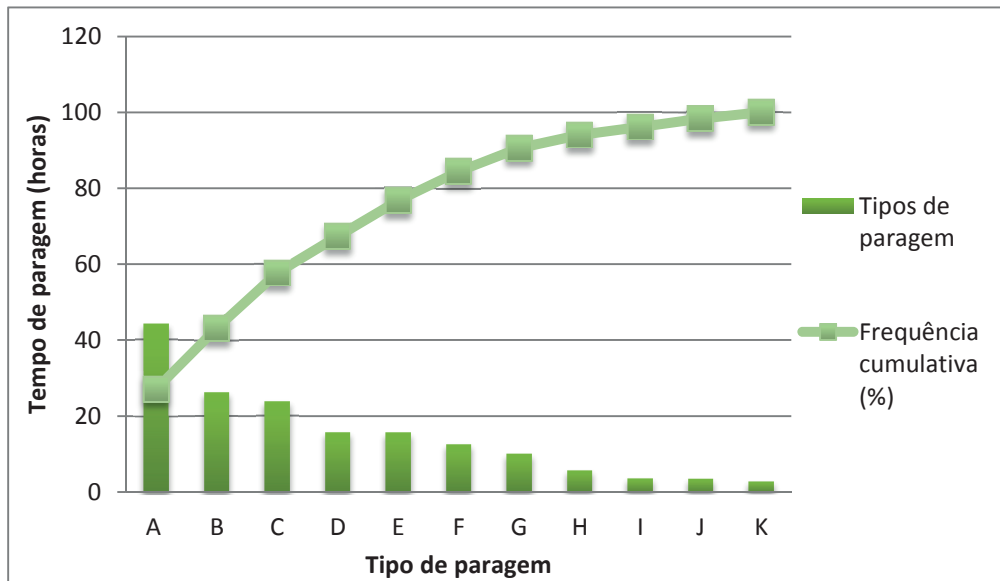


Figura 28 - Diagrama de Pareto dos tempos de paragem

Analisando o diagrama de Pareto verifica-se que a maior parte do tempo de paragem (ou seja, 50%) corresponde à Limpeza e Revisão, Falta de Energia e também podemos considerar a Falta de Pessoal. Da Tabela 9, o tipo que tem a maior percentagem de tempo é a “limpeza & revisão” e esta corresponde a uma paragem programada sendo a única pertencente a esta categoria. Apesar do tipo “Sem motivo descrito” não deter o maior número de horas é o que acontece em maior número.

A grande parte da geração de desperdícios advém das paragens do processo. Como tal, o tipo “Sem motivo descrito” ganha relevância neste aspeto.

Através desta análise compreende-se a necessidade de analisar os tempos de paragens, as suas causas e os desperdícios causados por este tópico.

## 2) Controlo da Qualidade e distribuição do material pelas linhas de torção

Os funcionários apesar de terem conhecimento que o controlo da qualidade está na sua ordem de trabalhos, não compreendem a sua importância. Cometendo, por vezes, erros associados ao controlo.

Para as bobinas serem distribuídas pelas linhas de torção corretas estas têm que ser bem divididas no final da linha de extrusão. Se esta divisão falhar, problemas vão acontecer mais tarde no processo. Estes tipos de problema eram dos mais frequentes na linha de produção B.

## 3) Falta de padronização dos processos

Um processo padronizado é um método efetivo e organizado de produzir sem perdas. A falta de padronização dos processos é a falha mais comum tanto na linha de extrusão como nas linhas de torção. A instabilidade das operações ou falta de padronização, escondem as falhas e conduzem ao desperdício.

Entretanto, enquanto se analisava a causa dos problemas verificou-se que muitos eram provocados devido ao mau funcionamento das máquinas, principalmente as mais antigas, difíceis de trabalhar e com problemas.

#### 4) Falta de gestão visual

Os postos de trabalho e a própria fábrica encontravam-se bastante desorganizados: ferramentas espalhadas pela fábrica, resíduos, material sem locais definidos e outros problemas.

#### 5) Manutenção corretiva

Numa análise mais atenta foi possível identificar outro ponto que deve ser corrigido e intervencionado: a manutenção. Não existem planos de manutenção dos equipamentos e a manutenção é realizada de forma corretiva, isto é, quando o equipamento avaria. Constatou-se também a inexistência de qualquer base de dados dos equipamentos, bem como de histórico de avarias. No entanto, não houve nenhuma ação de melhoria neste aspeto, pois pertence a outro departamento.

#### 6) Sistema de Informação

Na produção não existe qualquer tipo de controlo informático. Este aspeto leva a que inúmeras vezes a informação se perca ao longo do tempo, tendo como consequência a geração de desperdícios dos mais variados tipos.

Pretende-se assim melhorar a organização da fábrica, combater os principais problemas e desperdícios por tipo, aumentar a capacidade de produção, criar um sistema de recolha de dados credível, para no futuro haver um controlo mais rigoroso.

Após a caracterização do setor analisado, quanto à geração de desperdícios, elaborou-se o diagrama de causa-efeito, fundamentado nos dados recolhidos no acompanhamento fabril e por meio de questionários a funcionários, apresentado na Figura 29.

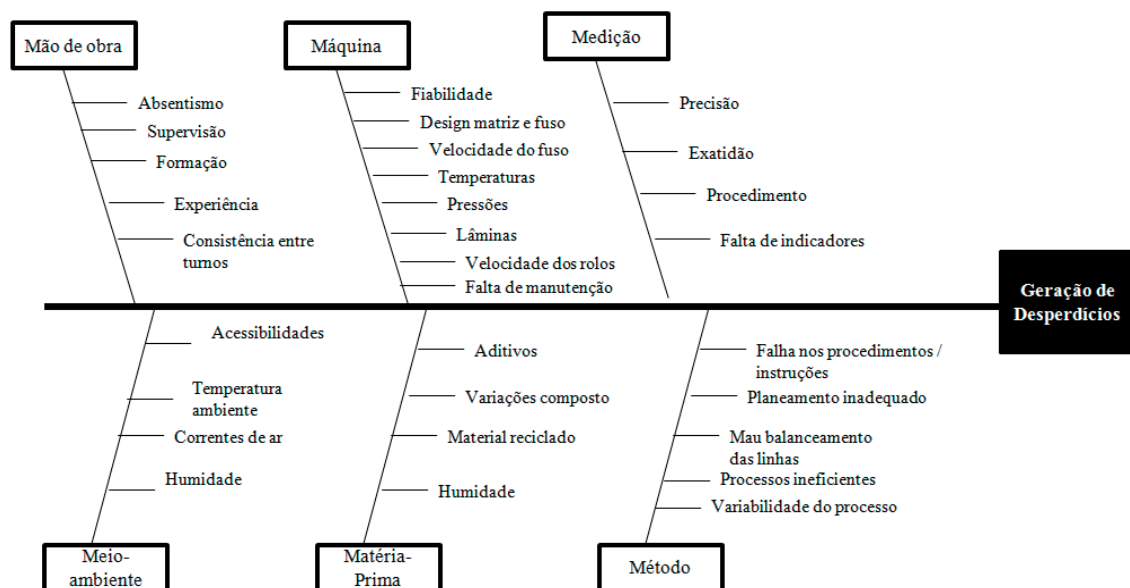


Figura 29 - Diagrama de causa-efeito sobre a geração de desperdícios da linha de extrusão B

Desta forma, a partir das causas primárias, podem-se visualizar os fatores que culminam na geração de desperdício.

Dentre as causas levantadas, foram selecionadas, com auxílio do departamento de produção, as mais relevantes e possíveis de atuar, para serem objetos de um plano de ação, direcionado para solucionar o problema estudado. Constatou-se que as principais causas do problema são decorrentes da falta de formação da mão-de-obra, falta de padronização dos processos, a falta de organização e de manutenção dos equipamentos. Logo, a partir da compreensão do panorama das causas fundamentais, o plano de ação desenvolvido propõe medidas que eliminem ou atenuem as referidas causas.

#### 4.2.2. Ações de melhoria

Através do diagnóstico realizado e dos problemas identificados procedeu-se à seleção das ferramentas a utilizar e estruturação do plano de ação. O plano de ação – Tabela 10 - para a solução do problema de geração de desperdício na linha de extrusão B foi efetuado para as seguintes causas:

- Falta de formação da mão-de-obra;
- Falta de padronização dos processos;
- Falta de gestão visual.

Tabela 10 - Plano de ação referente à linha de extrusão B

<b>Quais as ações que serão feitas?</b>	Desenvolver procedimentos operativos	Ações para aumentar a organização e identificação dos componentes	Efetuar sessões de formação sobre a linha B
<b>Quando serão feitas as ações?</b>	12-03-2013 a 18-04-2013	08-01-2013 a 18-04-2013	22-04-2013 a 24-04-2013
<b>Onde serão feitas?</b>	Processos de extrusão e processo de controlo de qualidade	Na linha de extrusão B	Sobre a linha de extrusão B aos funcionários da extrusão
<b>Para que serão feitas as ações?</b>	Efetuar a padronização dos processos	Aumentar a organização do espaço para não haver perdas no processo	Padronizar os processos, formar sobre todas as modificações realizadas.

Relativamente à falta de organização da fábrica foram criadas certas ações de melhoria. Estas constituíram a primeira fase do plano de ação e foram descritas, por situações, como as apresentadas de seguida.

- As bobinadeiras da linha B, por vezes, avariavam e não existia nenhuma identificação para o mesmo, sendo que na troca de turno sem essa informação utilizava-se a bobinadeira, existindo desperdícios e tempo gasto. Como tal, foram criadas etiquetas de íman para identificação da avaria, podendo existir

dois tipos, a avaria elétrica (etiqueta laranja) ou a avaria mecânica (etiqueta amarela) - Figura 30.



Figura 30- Identificação da avaria mecânica da bobinadeira

- Para existir um controlo correto das fitas e do número correspondente das fitas às bobinas, foram também aplicadas etiquetas, com números, para apoiar o Controlo da Qualidade – Figura 31.

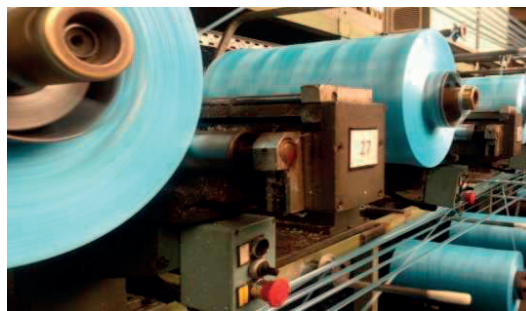


Figura 31 - Identificação do número da fita a produzir na bobinadeira

- Uma das principais dificuldades era entender os valores apresentados da extrusão visto que não existia nenhuma identificação. Assim foram aplicadas etiquetas para identificação dos componentes da Extrusão apoiando um correto ajuste e controlo das variáveis – Figura 32 e 33.



Figura 32 - Identificação dos componentes da extrusão - antes





Figura 33 - Identificação dos componentes da extrusão - depois

- Em conjunto com a identificação dos componentes foi criado também um documento, para identificação das temperaturas, que facilitou o trabalho do operário que, por vezes, ao necessitar dessa informação tinha que se deslocar ao departamento da manutenção para a obter.
- Na divisão das bobinas, pelas paletes, segundo as escalas de cor, foram detetados alguns erros. As cores não eram corretamente identificadas, sendo que as bobinas eram direcionadas para qualquer linha da torção. Foi também detetado que dentro da paleta com uma cor, as bobinas não correspondiam à gama de cor da ficha de circulação. Deste modo, o objetivo é criar um placar em frente à mesa do controle da qualidade, da linha de extrusão, com os procedimentos operativos e as escalas do produto a ser produzido para uma correta visualização.

Tabela 11 - Exemplo da tabela de especificações a colocar na linha de extrusão B

Extrusão		
Especificação	8819	
Escalas de cor	FAP0059	
	Denier min.	Denier max.
Azul	8378	8643
Verde	8644	8995
Rosa	8996	9260

- Na fábrica existem vários objetos cortantes provenientes, principalmente, das lâminas para o corte do filme plástico. No entanto, como não existem locais para a colocação destes objetos, no fim de uso, por vezes encontravam-se dispersos no chão. Para evitar este tipo de situação, colocaram-se plataformas para esse efeito na fábrica – Figura 34.



Figura 34 - Depósito de objetos cortantes

Após todos estes componentes, do plano da ação, estarem completos, existiu a necessidade de padronizar os processos. Realizar procedimentos operativos foi a solução encontrada. Assim, todo o processo realizado, em determinada etapa da produção, é registado e documentado em instruções de trabalho. Estas instruções prevêm as operações a serem realizadas, a sequência de cada uma delas, bem como as ferramentas, o espaço e os equipamentos/dispositivos necessários passando pelos parâmetros do processo (regulação de equipamentos, máquinas, etc.).

Efetuaram-se dois procedimentos: um para o processo de extrusão e outro para o controlo da qualidade, presentes nos anexos 2 e 3, respetivamente. Os objetivos pretendidos para os trabalhadores, no procedimento operativo, relativamente aos trabalhos da extrusão na linha B, compreenderam o conhecimento das matérias-primas base usadas, o processo de extrusão e todos os componentes da linha. Além disso pretende-se que os trabalhadores dominem todos os parâmetros relevantes para o bom funcionamento da linha de extrusão e tenham noção dos cuidados a ter no posto de trabalho. Foram assim introduzidos todos os componentes da extrusão e os seus cuidados bem como todos os novos métodos de trabalho da linha B.

O procedimento do controlo da qualidade da linha B teve como finalidade a estruturação dos novos métodos de trabalho. Este procedimento representa um dos objetos mais importantes de todo o projeto, pois foi através dele que se verificou melhorias na qualidade do processo. Neste procedimento, definiram-se etapas bem estruturadas no controlo da qualidade. O que acontecia na linha de produção é que cada trabalhador tinha um método diferente de trabalho, o que provoca desorganização e um número elevado de erros.

Estes procedimentos tiveram a sua finalidade alcançada nas datas da formação. A formação teve como participantes os 29 operários da extrusão referentes, aos 3 turnos e o tema foi “*Métodos de trabalho e Controlo da Qualidade (linha de Extrusão B)*”.

Nesta fase deram-se a conhecer as ações a implementar e foram identificados e eliminados os antigos paradigmas produtivos e debatidas as vantagens de uma mudança cultural para a melhoria da qualidade, com o objetivo de sensibilizar o trabalhador.



### 4.2.3. Avaliação de resultados

Quanto às ações realizadas ao longo do projeto, apesar de estas sentirem uma certa resistência natural por parte das pessoas, foi possível notar melhorias no processo e mesmo na opinião dos colaboradores. Relativamente à formação, foi possível entender certas dificuldades por eles sentidas, deixando claro que reconheciam a importância das iniciativas de formação e trabalho em equipa.

Apesar da data de implementação da folha de registo ser no final do projeto, através desta foi possível retirar certas conclusões sobre os resultados obtidos do projeto.

Realizou-se uma análise dos dados desde o dia 02-04-2013 ao dia 22-05-2013 sobre a linha de extrusão B, representada na Tabela 12. Agrupou-se a informação de 23 dias antes e depois das melhorias realizadas, sendo a data da última sessão de formação a escolhida para comparação. Assim é possível recolher e comparar informações e retirar conclusões acerca das ações de melhoria realizadas.

Tabela 12 - Resumo dos dados recolhidos relativos aos desperdícios da linha B

Datas	Extrusão		Torção		Linha B: Extrusão +Torção	
	Produção (kg)	Desperdício (kg)	Produção (kg)	Desperdício (kg)	Produção (kg)	Desperdício (kg)
02-04-2013 a 24-04-2013	186397,88	4336,00	172353,34	4320,00	358751,22	8656,00
25-04-2013 a 17-05-2013	184274,00	3841,00	178440,84	3937,00	362714,84	7778,00

Pretendendo avaliar se as ações realizadas diminuíram a quantidade de desperdícios recorreu-se às proporções de desperdício antes e depois da formação efetuando um teste de hipóteses.

A hipótese que se pretende testar, a hipótese nula ( $H_0$ ), consiste na proporção antes da formação ( $p_A$ ) ser igual à proporção depois da formação ( $p_D$ ). A hipótese alternativa ( $H_1$ ) apresenta-se como a proporção antes da formação ser menor que a proporção depois da formação. Assim estamos perante um teste unilateral à direita:

$$H_0: p_A = p_D$$

$$H_1: p_A > p_D$$

Este teste é de cariz exploratório às proporções binomiais sendo que as observações não serão independentes. A estatística de teste (7,47) é muito superior a 2,327, que corresponde a um alfa de 1%, rejeitando-se assim a hipótese nula. Pode-se, então concluir, que a proporção depois das ações de melhoria baixou significativamente.

Embora as linhas de torção continuem a ter maiores quantidades de desperdício também existiu uma redução, mesmo não tendo sido realizadas ações de melhoria

diretas. Existindo uma melhoria no controlo da qualidade na extrusão o que reduziu a variabilidade do processo nas linhas de torção.



### 4.3. Propostas de melhoria

Através da realização do projeto foi possível denotar algumas situações relevantes para a empresa e que são exequíveis de melhorar. Como principal ponto seria interessante acompanhar o desenvolvimento de algumas ações realizadas e continuar a apostar na melhoria da qualidade na produção.

Especificamente, para a linha de Extrusão B, são apresentados os seguintes pontos.

#### 1. Mecanismo de carregamento das bobinas

Na extrusão, quando o jogo de bobinas estão completas e têm que ser retiradas, estas estão a uma distância do chão e apresentam pesos elevados, assim sendo, o operador desloca a bobina para o chão. A queda destas bobinas faz com que se danifique o material, gerando desperdício, e não é ergonómico para o trabalhador. A solução passaria por um mecanismo de carregamento. A Figura 35 apresenta alguns exemplos desta situação.

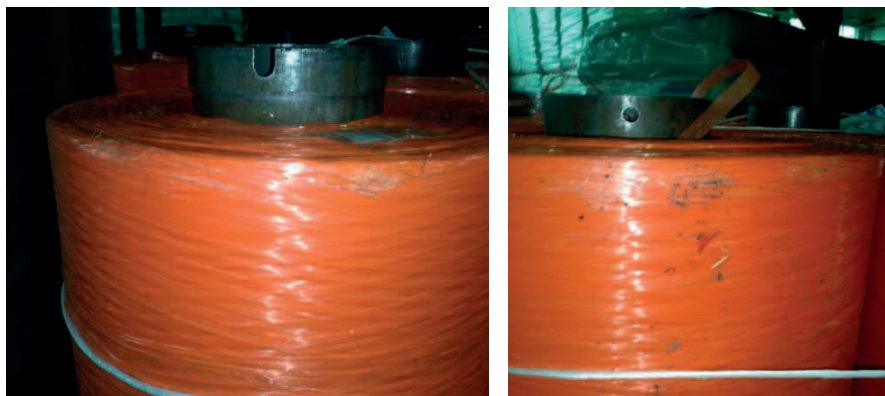


Figura 35 - Bobina com material danificado pela queda

#### 2. Falta de comunicação entre secções

Ao longo do projeto e das visitas às instalações fabris foi detetada uma falta de comunicação entre a linha de extrusão e as de torção. Por vezes na extrusão produz-se o material em excesso e não existe controlo sobre o mesmo. Consequentemente, quando se volta a produzir o mesmo material do código de produto, as linhas de torção não têm conhecimento desse material. Sendo que, por vezes, o material apenas é lembrado quando existe falta de material para produzir. Para tal, seria necessário aperfeiçoar este aspeto, com melhorias no controlo da produção, evitando assim produções excessivas.

De uma forma geral, são apresentados vários pontos de ações importantes, a implementar, para a melhoria da qualidade.

#### 3. Formulário de recolha de dados de não conformidades

Uma das dificuldades sentidas durante a realização do projeto consistiu na falta de dados para análise. A quantidade de desperdício, por vezes, era vista como a junção

dos não conformes com o desperdício. Quando na realidade representam duas situações diferentes, mesmo que existam relações entre eles. Para tal, segue como proposta de melhoria uma folha de registos de não conforme.

Em primeiro lugar, existem várias categorias em que podemos inserir os produtos não conformes, tais como:

- Apresentação de ráfia arranhada na bobina – “ráfia arranhada”;
- Bobina fora das medidas especificadas (altura, diâmetro do topo) – “Fora das medidas – altura, diâmetro”;
- Bobinas com nós visíveis – “nós visíveis”;
- Interior da bobina sem forma circular estável “forma circular instável”;
- Bobine com peso fora da especificação- “peso fora da especificação”;
- Variações de cor na bobina – “variação de cor”;
- Bobine com apresentação/forma irregular – “forma irregular”;
- Má bobinagem – “má bobinagem”.

Neste caso em particular, o registo de não conformes deverá ser feito através da pesagem, ou seja, em kg. Uma contagem do número de bobinas não representaria uma informação concreta. De seguida, é apresentada uma proposta de uma folha de registo da quantidade de não conformes, através da Tabela 13.

**Tabela 13 - Proposta de formulário de recolha de dados**

[illegible]

O objetivo passa por o operador registrar os defeitos encontrados (em kg). Seria também interessante perceber a quantidade de material que teve de ser retrabalhado, normalmente é feita uma rebobinagem ao material. Este seria um ponto fulcral, perceber a quantidade de retrabalho existente.

#### 4. Organização da fábrica – 5S

Tal como definido ao longo do projeto, as empresas atualmente para se manterem na vanguarda do mercado necessitam apostar na qualidade dos processos. Para tal é necessário existir uma “mudança”. Essa mudança não é de cariz simples mas é necessário entender que para melhorar e estar na frente da concorrência é necessário mudar.

Na situação da empresa, é imperativo criar espaços próprios para diversas situações, bem como ter a informação visível ao trabalhador, etc. A gestão visual – 5S – existe e já demonstrou resultados positivos. Uma vez que não existe mudança no ambiente de produção sem o controlo da gestão visual.

Os 5S afirmam-se, hoje, nas empresas industriais como um etapa prévia ao desenvolvimento de um estado de "progresso contínuo". Este método simples que institui a ordem, o método e a limpeza para além da melhoria das condições de trabalho e da segurança, constitui um instrumento indispensável de uma abordagem de melhoria contínua ao desempenho.

#### 5. Manutenção preventiva

Este foi um dos aspetos de maior destaque durante o projeto. Muito do desperdício é gerado pela falta de planeamento da manutenção de um equipamento, muitas vezes também por não existir noção do histórico de avarias das máquinas. Se um equipamento avaria e a urgência de produzir é alta, na maioria das vezes, faz-se uma manutenção corretiva rápida, o que mais tarde se reflete e com efeitos negativos maiores do que se na realidade existisse um plano de manutenção preventivo adequado à fábrica.

#### 6. Sistema de Informação na empresa

Como já foi descrito na apresentação do problema em estudo, o chão-de-fábrica carece de sistema de informação. Na realidade, são utilizados folhas de registo para o controlo da produção, no entanto, esta não fornece informação suficiente. O que acontece (próprio do sistema) é que a informação perde-se no tempo. Numa fábrica, num dia, acontecem inúmeras situações, em que se torna impossível de registar em formato papel, até porque o que interessa é produzir. No entanto, é necessário produzir de forma sustentável e com lucro.

Este foi uma das problemáticas mais inibidoras na realização do projeto, pois sem indicadores, sem informação, não existe margem de manobra na melhoria da qualidade.

## 7. Instalação de silos

Apesar do investimento, seria uma mais-valia para a empresa, porque iriam eliminar grande parte das deslocações dos empilhadores para abastecer as extrusoras. Aumentaria o espaço livre na fábrica e, conseqüentemente, melhoraria a gestão visual. Seria importante analisar os custos/benefício desta situação.

## 5. Conclusões

Do ponto de vista pessoal, o projeto desenvolvido revelou-se de extrema importância na medida em que foi permitido desenvolver novas capacidades e conhecer melhor o mundo industrial.

O projeto de melhoria da qualidade na empresa teve como principal objetivo a redução de quantidade de desperdício. Um dos fatores que influencia essa geração de desperdício consistiu na variação do material produzido. De facto, podemos denotar pelo trabalho realizado na linha **A** que este aspeto influencia a qualidade do produto. A espessura do filme plástico tem uma interferência direta no produto e esta é definida pelas variáveis da extrusão e fieira (matriz). De notar que as máquinas da extrusão são, no geral, antigas, aumentando, assim, a probabilidade de existir instabilidade nas variáveis da extrusão. Através do estudo realizado, percebeu-se que as características do produto sob as mesmas condições de fabrico e com fitas de largura iguais, diferiam. Esta problemática advém do facto de não existir um controlo rigoroso da produção. Essa variabilidade pode ser prevenida através de ações como a limpeza e afinação periódicas e programadas da fieira, mantendo o maior intervalo de tempo possível as condições fixas de fabrico e o ajustamento das temperaturas da fieira conforme o tipo de produto a produzir.

Numa segunda parte do projeto, efetuou-se um estudo à linha de extrusão **B**, suportado pelo ciclo PDCA e recorrendo às Sete Ferramentas Básicas da Qualidade, conseguindo-se, numa primeira fase, obter um panorama geral do comportamento da linha. Para tentar solucionar o problema procedeu-se ao envolvimento das partes interessadas e à junção de toda a informação disponível, de forma a apurar as causas do mesmo.

Concluiu-se que a constante sensibilização e responsabilização, por parte dos colaboradores, para atingir os objetivos é, um ponto a trabalhar.

Seguidamente procurou-se atuar de forma a reduzir os mais significativos defeitos encontrados. A primeira fase focalizou-se na identificação das causas dos desperdícios, na recolha de dados e na sua análise para desenvolver ações de melhoria. Através de ferramentas básicas da qualidade constatou-se que os processos não estavam normalizados, os operários tinham falta de formação, o controlo da qualidade do produto era deficiente, na medida em que não se entendia a importância dele, entre outras situações. Como ações de melhoria, procurou-se identificar devidamente o produto para este ter um seguimento no processo correto, e normalizou-se a situação através de procedimentos operativos. Também se realizaram ações de identificação dos componentes da linha de produção, das máquinas avariadas, entre outros. Procurou-se assim, padronizar os processos, por meio de meios visuais de trabalho.

No entanto, muitas vezes o problema não é conseguir a melhoria mas sim fazer com que ela faça parte integrante do processo de produção e dos hábitos das pessoas depois de ter sido padronizada. Para tal, realizaram-se ações de formação para os operários da extrusão. Estas ações foram o culminar das melhorias implementadas na empresa. Nesta fase deram-se a conhecer as ações a implementar e foram



identificados e eliminados os antigos paradigmas produtivos e debatidas as vantagens de uma mudança cultural para a melhoria da qualidade, com o natural objetivo de sensibilizar o trabalhador. Após a formação realizaram-se questionários a vários colaboradores, estes sentiram melhorias no processo, defendendo até, por vezes, que o seu trabalho foi simplificado pelo simples facto de não haver métodos de trabalho diferentes apesar de saberem que ainda existem pontos a melhorar.

Ao longo do projeto foram sentidas várias dificuldades. A principal deveu-se ao facto de a fábrica não ter um sistema de informação, o que impossibilita a análise dos dados, visto que estes se encontram frequentemente errados, ou são, até, inexistentes. As avarias e as suas causas não são registadas corretamente, tal como a geração de desperdício. Outra deveu-se ao facto de não existir um elo de ligação entre o Departamento de Produção e Departamento de Qualidade na melhoria de processos. Nenhum colaborador é dedicado à melhoria da qualidade na fábrica. Este aspeto fez-se sentir principalmente na falta de sensibilização dos operários e na diretiva da empresa, para os aspetos de melhoria contínua no setor.

No que diz respeito à redução da quantidade de desperdício, na linha de extrusão B, através das ações de melhoria, obteve-se uma diminuição que se revelou estatisticamente significativa. Antes das ações de melhoria, que culminaram na última sessão de desperdício, existiu uma proporção de desperdício de 2,36%. Após estas ações a proporção diminuiu para 2,10%. Atingindo assim, um dos objetivos definidos no início do projeto.

Como trabalho futuro, seria importante estudar problemas de qualidade específicos, como por exemplo, analisar os tipos de causa, tal como foi apresentado nas propostas de melhoria, um formulário de registo de produtos não conformes. Pelo que será necessário, para ações futuras neste tema, um alto empenho dos colaboradores, mas também da organização no seu todo. A recolha de dados é bastante importante quando se procura melhorar algo. Sem esta aproximação torna-se impossível saber se o que foi empreendido teve realmente um impacto na organização.

Seria também interessante para a empresa utilizar o método estatístico de Desenho de Experiências, ao nível da Extrusão, tendo em vista a otimização do processo. Este método permite estudar vários fatores em simultâneo e a respetiva interação entre eles.

Finalmente, outro aspeto importante que se volta a referir é a implementação dos 5S, vital na situação atual da empresa. Esta procura organizar e manter limpa a área de trabalho com o objetivo de ganhar produtividade. A empresa não tem desenvolvido nada relativamente a esta metodologia. Durante o projeto tentou organizar-se a secção da extrusão mas revelou-se bastante superficial. Futuramente, esta metodologia deve ser amplamente divulgada e implementada na empresa.

## Referências Bibliográficas

- Abeykoon, C., Li, K., McAfee, M., Martin, P., Niu, Q., Kelly, A., & Deng, J. (2011). A New Model Based Approach for the Prediction and optimisation of Thermal Homogeneity in Single Screw Extrusion. *Control Engineering Practice*, 862-874.
- Aichoni, M., & Benchicon, S. (2004). *Back to Basics - The Seven Basic Quality Tools and their Applications in Manufacturing and Services*.
- Alvelos, H. (2007). *Notas de Apoio às aulas de Gestão da Qualidade*. Aveiro: Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial.
- Dale, B., Wiele, T., & Iwaarden, J. (2007). *Managing Quality*. John Wiley & Sons.
- Evans, J., & Lindsay, W. (2004). *The Management and Control of Quality*.
- Giles, H., Wagner, J., & Mount, E. (2005). *Extrusion: The Definitive Processing Guide and Handbook*. William Andrew.
- Goetsch, D. (1994). *Introduction to Total Quality, Productivity, Competitiveness*. New York: Prentice Hall International Editions.
- Ishikawa, K. (1985). *What is Quality Control? The Japanese Way*. London: Prentice-Hall.
- ISO 4167 (2006). Polyolefin Agricultural Twines. International Standard
- Juran, J., & Godfrey, A. (1998). *Juran's Quality Handbook*. McGraw-Hill.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2009). *Manufacturing Engineering and Technology*. Pearson.
- Keller, P. (2005). *Six Sigma, Desmystified - A Self-Teaching guide*. New York: McGraw-Hill.
- Koch, R. (1998). *The 80/20 Principle: The secret to achieving more with less*. Cape Town: Nicholas Brealey Publishing.
- Lawrence, C. (2003). *Fundamentals of Spun Yarn Technology*. CRC Press.
- Lins, B. (1993). *Ferramentas Básicas da Qualidade*. Brasília, Brasil.
- Lodi, I. E. (2000). *Análise da Eficiência Económica e da Competitividade da Cadeia Têxtil brasileira*. Brasília.
- Paliska, G., Pavletic, D., & Sokovic, M. (2008). Application of Quality Engineering Tools in Process Industry. *Advanced Engineering*.
- Pereira, Z., & Requeijo, J. (2008). *Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*. Lisboa: FCT-UNL e Prefácio.

- Petrulis, D., & Petravicius, S. (2012). Analysis of Breaking Characteristics of Tape Yarns Made from Blends of Polyolefins and Additives. *Fibres and Textiles*, pp. 63-68.
- Phillips, K., & Ghosh, T. (2003). The Technology of Polypropylene tape yarns: Processing and Applications. *Textile Progress*, pp. 1-53.
- Pinto, A. (2007). *Criação de Valor e Eliminação de Desperdícios*. Associação Portuguesa para a Qualidade.
- Pyzdek, T. (2003). *Quality Engineering Handbook*. New York: Marcel Dekker.
- Reid, R., & Sanders, N. (2005). *Operation Management: An Integrated Approach*. John Wiley.
- Saraiva, P., & D'Orey, J. (1999). *Inovação e Qualidade*. Principia.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.
- Tague, N. (1995). *The Quality Toolbox*. ASQ Quality Press.
- Vasconcelos, E. (2006). *Análise da Indústria Têxtil e do Vestuário*. Edit Value.
- Vasconcelos, R. M. (1993). *Contribuição à aplicação de técnicas de inteligência artificial na tecnologia da fiação*. Universidade do Minho.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. Cambridge: Productivity Press.
- Xungai, W., & Shanhyong, Z. (2009). *Yarn Technology and Quality*.

# **ANEXOS**

## Anexo I – Condições de fabrico do estudo à variabilidade do produto

		Conjunto de amostras			
		1	2	3	4
Zonas de aquecimento da extrusora	1	225	225	225	225
	2	230	230	230	230
	3	235	235	235	235
	4	240	240	240	240
	5	245	245	245	245
	6	250	250	250	250
	7	255	255	255	255
	8	260	260	260	260
	9	265	265	265	265
	10	265	265	265	265
	11	265	265	265	265
	12	255	255	255	255
	13	245	245	245	245
	14	245	245	245	245
	15	245	245	245	245
	16	245	245	245	245
	17	245	245	245	245
	18	245	245	245	245
	19	245	245	245	245
Temp. Fusão Extrusora		270	271	271	270
Temp. Fusão Cabeça		259	258	259	259
Aquecedores e frigoríficos (°C)	Ar %	96	96	96	96
	Est. Rap. 1	14	14	14	14
	Est.Rap.2A	14	14	14	14
	Est.Rap.2B	14	14	14	14
	Frigorif 1	14	14	14	14
	Frigorif 2	14	16	16	14
	Chill roll	14	14	14	14
Alimentador (kg/l)	Mat. Virgem	0,56	0,56	0,56	0,56
	Aditivo 3	0,58	0,58	0,58	0,58
	Aditivo 4	0,7	0,7	0,7	0,7
Pressões (Bar)	Segurança	95	98	96	95
	Trabalho	59	62	60	59
	Cabeça	77	79	79	77
Rácio Estiragem		12,97	12,97	12,97	12,97
Velocidade (rpm)	Bomba	33,9	33,9	34	33,9
	Chill roll	14,3	14,3	14,3	14,3
	Estiragem lenta	14,1	14,1	14,1	14,1
	Est. Rapida 1	182,4	182,4	182,4	182,4
	Est. Rapida 2	182,4	182,4	182,4	182,4
	Fibrilador	212,8	212,8	212,8	212,8
	Arrasto	180,9	180,9	180,9	180,9
Velocidade da Linha		76%	76%	76%	76%

## **Anexo II – Procedimento operativo referente à linha de extrusão B**

### **Objetivo**

- Conhecer as matérias-primas base usadas, o processo de extrusão e todos os componentes da linha;
- Conhecer e dominar todos os parâmetros relevantes para o bom funcionamento da linha de extrusão;
- Conhecer os cuidados a ter no posto de trabalho.

### **Âmbito**

- Processo de Extrusão e métodos de trabalho.

### **Responsabilidade**

- Compete a todos os que lidam com o processo de extrusão.

### **1. Matérias-Primas**

São utilizados os termoplásticos. Termoplástico é um plástico (polímero artificial) que, a uma dada temperatura, apresenta alta viscosidade podendo ser conformado e moldado. Materiais usados no processo de extrusão da máquina 105:

- Matéria-prima: Polipropileno (PP).
- Matéria-prima Secundária: Polietileno (PE).
- Aditivos: Anti-UV.
- Corantes.

### **2. Processo de Extrusão**

Para dar forma a um material termoplástico este deve ser aquecido de forma a ser amaciado, adquirindo a consistência de um líquido, sendo designado nesta forma por polímero ou plástico fundido.

É um processo idêntico ao dos metais, mas efetuado a temperaturas mais baixas. Os produtos obtidos pelo processo de extrusão incluem monofilamentos, filmes, tubos, folhas, entre outras formas.

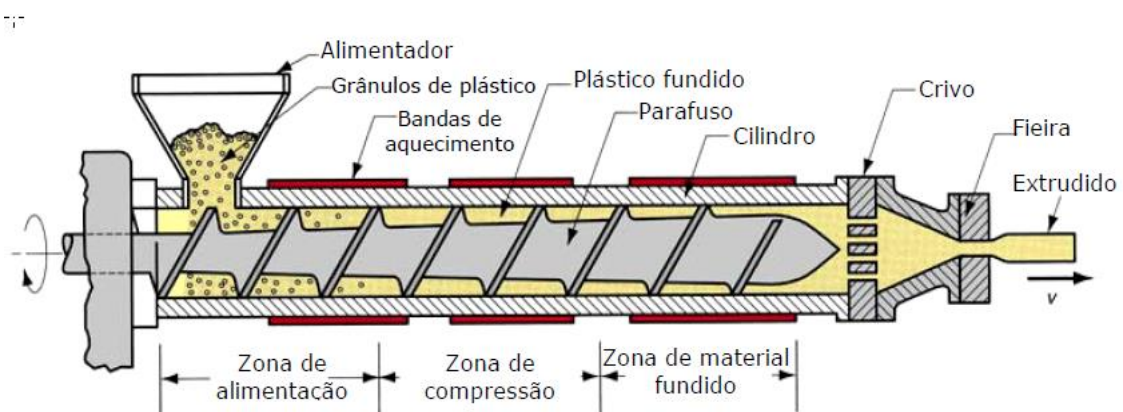
Na extrusão de plásticos, a matéria-prima vem em forma de grãos. A extrusora é alimentada por doseadores automáticos. Aditivos como corantes e Anti-UV são muitas vezes utilizados na mistura. O material entra através do canal de alimentação e estabelece contacto com o parafuso. A rotação do fuso força a que os grãos de plástico juntamente com as altas temperaturas se tornem em plástico fundido (as temperaturas podem variar de 200°C até 275°C, dependendo do material). Na maioria dos processos, o perfil de aquecimento aumenta gradualmente desde onde entra o material para a frente.

Isto permite que o plástico derreta gradualmente à medida que é empurrado através do corpo da extrusora e reduz o risco de sobreaquecimento, que pode provocar a degradação do polímero. Calor extra é contribuído pelas intensas pressões e fricções que existem dentro do corpo da extrusora.

Na parte da frente da extrusora, o plástico fundido deixa o fuso e passa pela zona do filtro para remover quaisquer contaminantes no material fundido. Estas redes servem para criar uma contrapressão no corpo da extrusora. Esta contrapressão é necessária para a fusão uniforme e adequada da mistura de polímero.

Depois do material plástico fundido passar a zona do filtro este entra na fieira. A fieira é o que dá ao produto final a sua forma e deve ser concebida de modo a que o plástico fundido flua uniformemente.

Esquema da extrusão (interior):



Depois de sair, neste caso, o plástico fundido pela fieira, deve ser arrefecida abaixo da temperatura de transição vítrea, de modo a assegurar a estabilidade dimensional.

O arrefecimento é geralmente feito com jacto de ar e/ou com um sistema de arrefecimento a água –tanque de água ou cilindro (chill-roll).

### 3. Componentes da Linha de Extrusão

A linha de extrusão é composta pelo seguinte:

- Extrusora, com fuso, fieira e com sistema mudança de filtros manual através de um sistema mecânico.
- Doseador automático.
- Arrefecimento através de chill-roll.
- Sistema de corte através de lâminas.
- Conjunto de estiragem constituído pelos rolos de entrada, estufa de ar quente e rolos de saída.
- Sistema de sucção de fitas nos rolos de entrada e rolos de saída para uma cabine de aspiração.
- Sistema de refrigeração a água para a extrusora e rolos de saída.

#### 4. Métodos de trabalho e Cuidados nos Componentes da Extrusão

##### Painel de Comandos da linha

Este painel retrata informações como:

- Velocidade do fuso;
- Velocidade da bomba;
- Pressões.



É necessário controlar visualmente os valores deste painel todos os dias. Só a chefia pode realizar modificações neste painel.



## Painel da zona de aquecimento

Este painel contém informação sobre 21 temperaturas, que estão devidamente identificadas no painel:

1	Cilindro 1
2	Cilindro 2
3	Cilindro 3
4	Cilindro 4
5	Cilindro 5
6	Cilindro 6
7	Filtro 1
8	Filtro 2
9	Pescoço Entrada
10	Bomba
11	Pescoço Saída
12	Flange de Saída
13	Lábio 1
14	Lábio 2
15	Lábio 3
16	Lábio 4
17	Lábio 5
18	Lábio 6
19	Lábio 7
20	Lábio 8
21	Lábio 9



É necessário controlar visualmente os valores deste painel todos os dias. Só a chefia pode realizar modificações neste painel. Em cada nova encomenda é necessário registar as temperaturas no Auto Controlo.

## Zona de abastecimento da extrusora

Esta zona é composta por uma plataforma que suporta as matérias-primas e por 5 doseadores automáticos.



A plataforma tendo uma certa altura podendo existir risco de queda necessita de alguns cuidados, como manter sempre as portas fechadas (apenas quando o empilhador colocar a paleta devem ser abertas) e o espaço limpo e arrumado para uma livre circulação.

Os doseadores e a sua mistura são importantes para obter um material mais homogêneo resultando numa maior qualidade do filme plástico.

As matérias-primas são colocadas numa caixa para serem 'aspiradas' para a extrusora conforme a fórmula inserida. Em relação aos doseadores estes estão equipados com alarme sonoro para aviso da falha de matérias-primas, quando ouvir o sinal verificar de imediato a causa do alarme. Manter todo o equipamento em perfeitas condições e sempre que se detete algo anormal avisar a chefia. Sempre com as tampas nos respetivos doseadores, se possível limpar os filtros todos os turnos e também o filtro do motor puxador de matéria-prima.

Ter sempre o controlo da matéria-prima de modo a verificar se existe humidade, no caso de existir, não utilizar essa matéria e alertar o responsável.

É também necessário verificar a identificação dos vários componentes. Na ausência destes, alertar imediatamente o responsável.

#### Caixa da Matéria-Prima:

- Abastecer a caixa sempre que necessário;
- Em dias de limpeza tapar a entrada para não cair sujidades na caixa;
- Para corte dos sacos de matéria-prima usar sempre o x-ato de segurança;
- Quando se despeja os sacos de matéria-prima deve-se sacudir bem o saco, sempre com o cuidado de não saltar grãos para o chão.

#### Mistura dos Componentes:

- Conforme a Ordem de Produção e o documento de especificação de mistura;
- Responsáveis: Chefia;
- Se detetar alguma *Não Conformidade* alertar o responsável.

#### Separação dos sacos de matéria-prima:

- Todos os sacos de matéria-prima têm aproveitamento, quer seja para uso interno ou externo, mas para valorizar este aproveitamento é necessário fazer uma correta separação. Todos os sacos têm a identificação do tipo de material que são compostos, ou seja, PE, PP ou outros, e devem ser separados por este critério.

### **Zona da Extrusão & Fieira**

Esta zona é como uma “caixa negra” pois não se pode ter um controlo visual. Isto é o que torna o processo de extrusão tão complexo e difícil. No entanto é necessário entender os principais objetivos deste processo (ver ponto 2 do procedimento).

Na zona do filtro, é necessário trocar as redes sempre que o operador achar necessário (quando a pressão na zona do filtro aumenta substancialmente). Normalmente isto acontece uma vez por turno. Se existir situações em que seja mais que uma vez por turno, a chefia alerta. As redes retiradas do filtro são colocadas no caixote próprio para o efeito.



#### Fieira:

A principal função da fieira é a de dar forma ao material termoplástico.

Este é um dos componentes que o operário durante o seu turno tem que controlar visualmente. A limpeza do mesmo tem que ser regular e sempre que necessário pois se esta não for realizada leva a que seja produzido um mau produto, a rafia saia aos caroços, existam rebentamentos, entre outros.

Na limpeza da fieira ter os devidos cuidados:

- Utilizar as luvas de temperatura;
- Quando necessário utilizar os manguitos;
- Não realizar movimentos bruscos;
- Executar as ações com a máxima atenção.

### **Zona do Chill-Roll**



Ter em atenção a refrigeração do chill-roll, tem de se encontrar a uma temperatura que permita o arrefecimento do polímero e que este não adira ao chill roll. A diferença de velocidade entre o chill roll e os 1ºs rolos deve ser mínima, apenas a suficiente para manter o filme com tensão e sem esforçar os 1ºs rolos.

### **Zona de Estabilização e arrefecimento com sopro de ar**



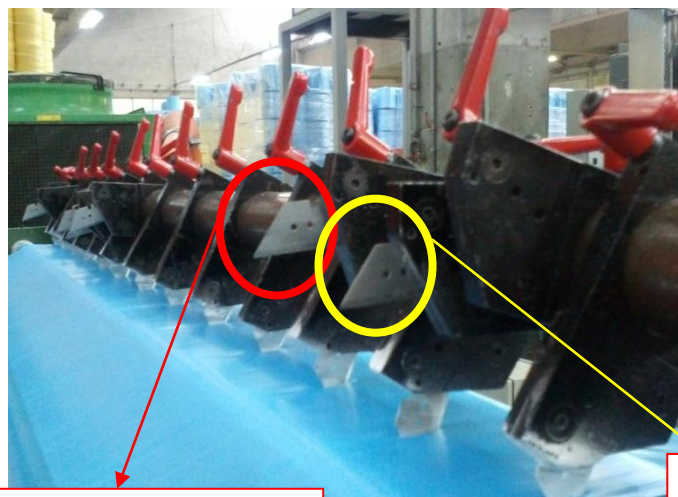
Na zona do sopro do ar tem que existir uma limpeza regular para estar sempre com os seus padrões normais.



## Zona de corte de lâminas



Esta é a zona que transforma o filme plástico no número de fitas desejado, o corte é feito através de lâminas metálicas. Estas lâminas têm que ser verificadas e substituídas se necessário.



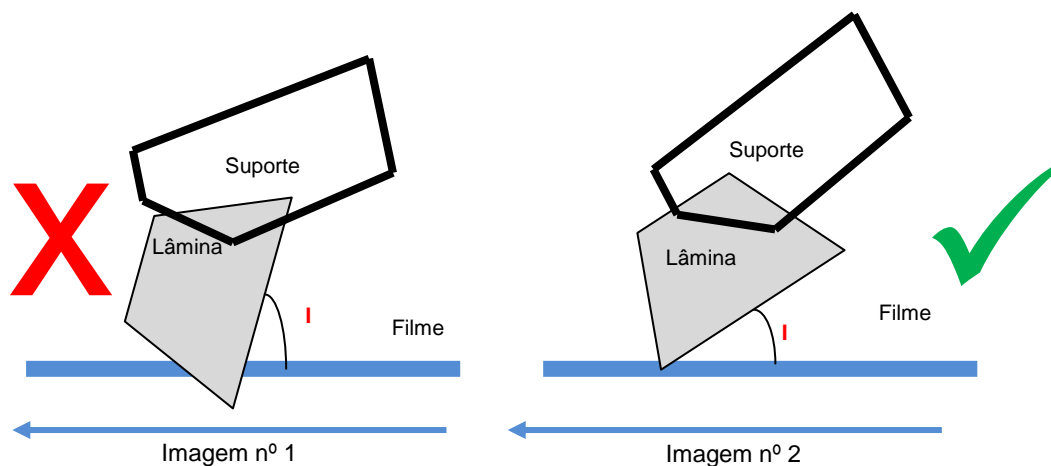
A imagem ao lado serve como exemplo para demonstrar a posição correta e errada das lâminas, no entanto, é de evitar que as que não estão usadas no filme estejam colocadas ou até levantadas como demonstra a imagem. Esta situação leva ao acontecimento de acidentes.

Lâmina **mal** aplicada (orifício superior da lamina está visível)

Lâmina **bem** aplicada (orifício superior da lamina não está visível)

As lâminas têm que estar bem colocadas (como mostra a imagem) para no corte do filme estas não se movimentarem, o que muitas vezes leva a rebentamento de fitas.

A inclinação também influencia a boa posição da lâmina. Evitar que esta tenha uma posição muito perpendicular ao filme, esquematizando:



A inclinação entre a lâmina e o filme ( $I$ ) na imagem nº 1 é maior que a inclinação entre a lâmina e o filme ( $I$ ) na imagem nº2, isto leva a que o corte seja mais difícil, é necessário manter sempre a inclinação da imagem nº2 mas para isso a posição da lâmina no suporte tem de ser idêntica à imagem, ou seja, a lâmina colocada sempre alinhada com o suporte.

Consiste numa zona perigosa se não se tomarem os devidos cuidados:

- Não realizar movimentos bruscos;
- As ações de tirar e por as lâminas não devem ser repentinas;
- Executar as ações com a máxima atenção.
- Utilizar luvas **Anti-Corte**.

Nesta zona existe também um depósito de objetos cortantes para que qualquer tipo de lâmina no fim de uso seja aí depositado.



Sempre que na linha produtiva se faça uma limpeza, o conteúdo deste depósito deverá ser armazenado na **Sucata**.

## Zona de estiro



**Zona de Estiro**

As temperaturas da estufa têm que ser controladas todos os turnos. Verificar as temperaturas e estado dos ventiladores da estufa em todos os turnos.

$$\text{Razão de Estiro} = \frac{\text{Velocidade dos rolos à saída da estufa}}{\text{Velocidade dos rolos à entrada da estufa}} = \mathbf{11 \text{ a } 13}$$

A razão de estiro é necessária para o produto obter a resistência pretendida. Os rolos calcadores devem trabalhar sempre em baixo. A única situação em que eles se encontram em cima é na passagem de fitas.

## Sistema de refrigeração (frigorífico)



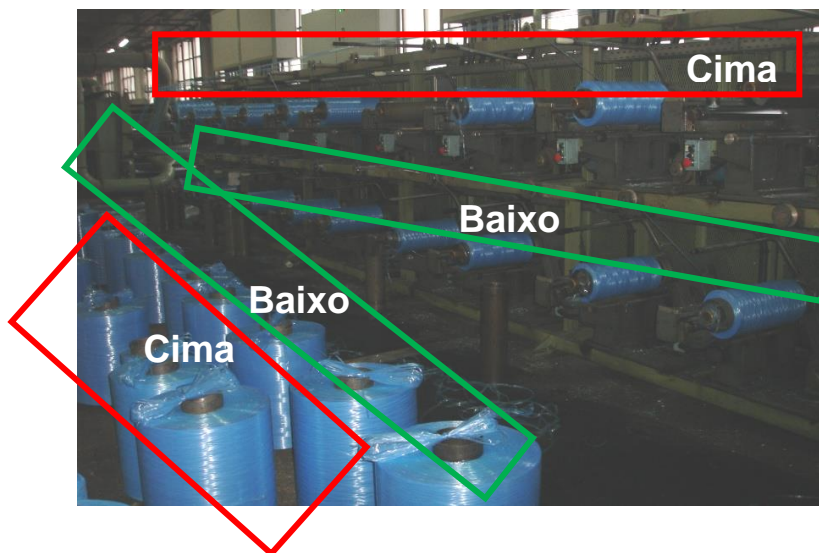
É necessário verificar se a temperatura do frigorífico se encontra dentro dos valores estabelecidos. A variação máxima em relação ao valor definido é de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

## Zona de bobinadeiras

Nas bobinadeiras é necessário ter em atenção alguns aspetos:

- Verificar se as guias não estão danificadas, de maneira a estas não estarem a arranhar as fitas;
- Se existir tensão em excesso nas bobinadeiras vai provocar a má bobinagem, o rebentamento de fitas e diminuir a durabilidade dos tubos. Este é então um dos fatores a ter em atenção. Trabalhar com o mínimo de tensões para não se darem acontecimentos como: bobines não saírem e rebentamentos de fitas.
- Em relação às bobines, estas devem *atiradas* para o chão na posição mais horizontal possível e ter cuidado para os tubos não baterem no chão ou quando se aperta a mola estes não saltarem, pois estando amassados não entram na bobinadeira.
- Quando uma fita rebenta, nunca continuar a bobinar por cima. Nesta situação retira-se a bobine e coloca-se outro tubo.

Para uma correta ordem de trabalho e para existir um rigoroso controlo da qualidade, sempre que se muda o jogo, as bobines que estão na parte superior, no chão estas ficam na parte de trás. As que estão na parte inferior localizam-se na parte da frente, todos segundo a ordem das fitas. No entanto, o operário tem que estar ciente da ordem das fitas para não existir trocas. Esquematizando:



Sempre que uma bobinadeira avaria, existem placas de identificação (íman) para se colocar na bobinadeira respetiva:





Quando a avaria é identificada (mecânica ou elétrica), a placa tem que ser substituída pela avaria correspondente:



Avaria Mecânica -> Placa **amarela**

Avaria Elétrica -> Placa **laranja**

Para os tubos **não conforme** existe um local próprio para o seu armazenamento:




## 5. Cuidados a ter no posto de trabalho

No início de cada turno, o operário tem que analisar a Ordem de Produção, perceber todos os componentes e no caso de não compreender alguma situação dirigir-se ao

responsável. Alertar o responsável se em algum caso a produção não esteja a coincidir com a Ordem de Produção.

Nos casos de **mudança de cor**, são necessários alguns cuidados:

- Limpeza dos componentes;
- Limpeza da grelha – esta limpeza  também é importante quando as aparas saem mais grossas o que significa que pode existir material na grelha;
- Limpeza do tubo de saída de materiais – aqui aloja-se muito material que pode interferir com a nova cor.



Situações a evitar:



## 6. Resumo

Componentes	Operações	Controlo	Responsável	Cuidados
Painel de Comandos da linha		Visual	Chefia	
Painel da zona de aquecimento		Visual	Chefia	
Zona de abastecimento da extrusora	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Na plataforma</li> <li>➤ Matéria-Prima               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecer sempre que necessário</li> <li>-Verificar se existe humidade</li> <li>-Identificação dos vários componentes da mistura</li> </ul> </li> <li>➤ Separar os sacos de matéria-prima pelo material que são compostos (PP,PE,...)</li> </ul>	Visual  Sinal Sonoro (falta de matéria-prima)	Operador de Extrusão  Operador de Extrusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portas fechadas</li> <li>• Espaço limpo e arrumado</li> <li>• Tampas nos respetivos doseadores</li> <li>• Limpar filtros sempre que se faz limpeza</li> <li>• Para corte dos sacos utilizar x-ato de segurança</li> <li>• Quando se despeja os sacos de matéria-prima deve-se sacudir bem o saco, sempre com o cuidado de não saltar grãos para o chão.</li> </ul>
Zona de Extrusão & Fieira	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Trocar a rede da zona do filtro</li> <li>➤ Limpeza da fieira sempre que necessário</li> </ul>	No painel de comandos da linha – pressões (Visual)	Chefia Operador de Extrusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar as luvas próprias para o efeito</li> <li>• Quando necessário utilizar os manguitos</li> <li>• Não realizar movimentos bruscos</li> <li>• Executar as ações com a máxima atenção</li> </ul>
Zona do Chill-roll			Chefia Operador de Extrusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ter em atenção a refrigeração</li> <li>• Diferença da velocidade entre o Chill-roll e os primeiros rolos deve ser mínima</li> </ul>
Zona de estabilização e arrefecimento com sopro de ar	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar se a estabilização se está a proceder corretamente</li> </ul>	Visual	Chefia Operador de Extrusão	
Zona de Corte de lâminas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estas lâminas têm que ser verificadas e substituídas se necessário.</li> </ul>	Visual	Chefia Operador de Extrusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não realizar movimentos bruscos</li> <li>• As ações de tirar e por as lâminas não devem ser</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utilizar depósito para objetos cortantes sempre que uma lamina está gasta</li> </ul>			<p>repentinas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Executar as ações com a máxima atenção</li> <li>• Utilizar luvas</li> </ul>
Zona de Estiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar as temperaturas da estufa todos os turnos</li> <li>➤ Verificar se o estiro está a funcionar corretamente</li> <li>➤ Os rolos calcadores devem trabalhar sempre em baixo salvo na passagem de fitas</li> </ul>	Visual	Operador de Extrusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não realizar movimentos bruscos</li> <li>• As ações não devem ser repentinas</li> <li>• Executar as ações com a máxima atenção</li> </ul>
Sistema de refrigeração	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar se a temperatura do frigorífico se encontra dentro dos valores estabelecidos. A variação máxima em relação ao valor definido é de <math>\pm 5^{\circ}\text{C}</math>.</li> </ul>	Visual	Chefia Operador de Extrusão	
Zona das bobinadeiras	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar as guias, de maneira a estas não estarem a arranhar as fitas;</li> <li>➤ Se existir tensão em excesso nas bobinadeiras vai provocar a má bobinagem, o rebentamento de fitas e diminuir a durabilidade dos tubos. Este é então um dos fatores a ter em atenção.</li> <li>➤ As bobines devem ser <i>atiradas</i> para o chão na posição mais horizontal possível e ter cuidado para os tubos não baterem no chão ou quando se aperta a mola estes não saltarem, pois estando amassados não entram na bobinadeira.</li> <li>➤ Quando uma fita rebenta, nunca continuar a bobinar por cima. Nesta situação retira-se a bobine e coloca-se outro tubo.</li> </ul>	Visual	Operador de Extrusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não realizar movimentos bruscos</li> <li>• As ações não devem ser repentinas</li> <li>• Executar as ações com a máxima atenção</li> </ul>



### **Anexo III** – Procedimento operativo do controlo da qualidade da linha de extrusão B

#### **Objetivo:**

- Determinação do Denier para posterior identificação das bobines.



#### **Âmbito:**

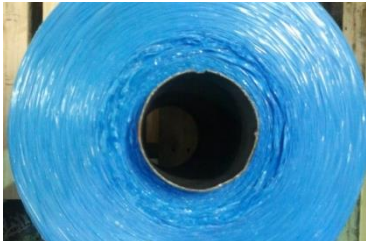
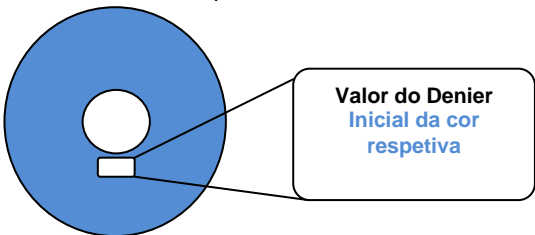
- Controlo de produção das fitas extrudidas.

#### **Responsabilidade:**

- Compete a todos os que realizam o controlo por turno.

Todos os controlos devem ser entregues à chefia e registados no respetivo mapa de *Controlo da Qualidade*, na pasta da devida referência e máquina, que se encontra em *Servdoc*.

Fases do Controlo (Ilustrativo)	Descrição
	<b>1 - Recolha das amostras das fitas:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Todos os turnos;</li><li>• Todas as bobines.</li></ul>
	<b>2 - Determinação do Denier da fita</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Medir um comprimento da fita, numa régua de mesa. Escolher 9 metros de comprimento.</li><li>• Pesar, numa balança eletrónica, a meada de fita obtida. Efetuar o cálculo do Denier, atendendo à definição acima indicada.</li></ul> <p><b>Exemplo :</b> 9 m de Fibra = 0.560 gr → Denier = 560</p> <p>Nota : <b>Denier</b> = Peso em gramas de 9000 m de fibra (fita).</p>

Fases do Controlo (Ilustrativo)	Descrição																																																																																									
<div><div><div><div></div><div>Mapa de Controlo da Qualidade de Fita (Extrusão)</div></div><div><div>Máquina nr.:</div><div>Data :</div><div>Turno</div><div>A B C</div></div></div><div><div>Ordem Produção</div><div>Identificação do produto extrudido:</div><div>Código:</div><div>Especificação (Denier):</div></div><table><thead><tr><th>Nº fita</th><th>Denier</th><th>Nº fita</th><th>Denier</th><th>Nº fita</th><th>Denier</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td></td><td>15</td><td></td><td>29</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td>16</td><td></td><td>30</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td>17</td><td></td><td>31</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td>18</td><td></td><td>32</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td>19</td><td></td><td>33</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td>20</td><td></td><td>34</td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td>21</td><td></td><td>35</td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td>22</td><td></td><td>36</td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td>23</td><td></td><td>37</td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td>24</td><td></td><td>38</td><td></td></tr><tr><td>11</td><td></td><td>25</td><td></td><td>39</td><td></td></tr><tr><td>12</td><td></td><td>26</td><td></td><td>40</td><td></td></tr><tr><td>13</td><td></td><td>27</td><td></td><td>41</td><td></td></tr><tr><td>14</td><td></td><td>28</td><td></td><td>42</td><td></td></tr></tbody></table></div> <div><h3>3 - Registo das medições no Mapa de Controlo de Qualidade</h3><p>Campos a preencher:</p><ul style="list-style-type: none"><li>- Número da máquina;</li><li>- Data;</li><li>- Turno;</li><li>- Ordem de Produção;</li><li>- Identificação do produto extrudido</li><li>- Denier respetivo ao número da fita.</li></ul><p><b>Muito importante:</b> Não trocar os números das fitas. Não alterar valores das medições.</p></div>	Nº fita	Denier	Nº fita	Denier	Nº fita	Denier	1		15		29		2		16		30		3		17		31		4		18		32		5		19		33		6		20		34		7		21		35		8		22		36		9		23		37		10		24		38		11		25		39		12		26		40		13		27		41		14		28		42	
Nº fita	Denier	Nº fita	Denier	Nº fita	Denier																																																																																					
1		15		29																																																																																						
2		16		30																																																																																						
3		17		31																																																																																						
4		18		32																																																																																						
5		19		33																																																																																						
6		20		34																																																																																						
7		21		35																																																																																						
8		22		36																																																																																						
9		23		37																																																																																						
10		24		38																																																																																						
11		25		39																																																																																						
12		26		40																																																																																						
13		27		41																																																																																						
14		28		42																																																																																						
<p>Deve-se assumir como parte superior a parte que está pior bobinada. Exemplo de parte superior:</p> <div></div> <p>Vista superior da bobine:</p> <div></div> <p>Exemplo de etiqueta:</p> <div><div>8819</div><div>V</div></div> <div><h3>4 – Definição da parte superior da bobine e identificação de cada uma das bobines com o Denier respetivo</h3><p>Assumir como parte superior da bobine a que está pior bobinada (ver exemplo ao lado).</p><p>Dados a apresentar na etiqueta:</p><ul style="list-style-type: none"><li>- Valor do Denier da amostra respetiva;</li><li>- Inicial da cor da escala a que pertence essa bobine.</li></ul><p>A etiqueta apresenta-se o mais próximo do tubo para a identificação durar o máximo de tempo possível.</p><p>Nota: As escalas estão definidas no <b>Anexo nº2</b>.</p></div>																																																																																										

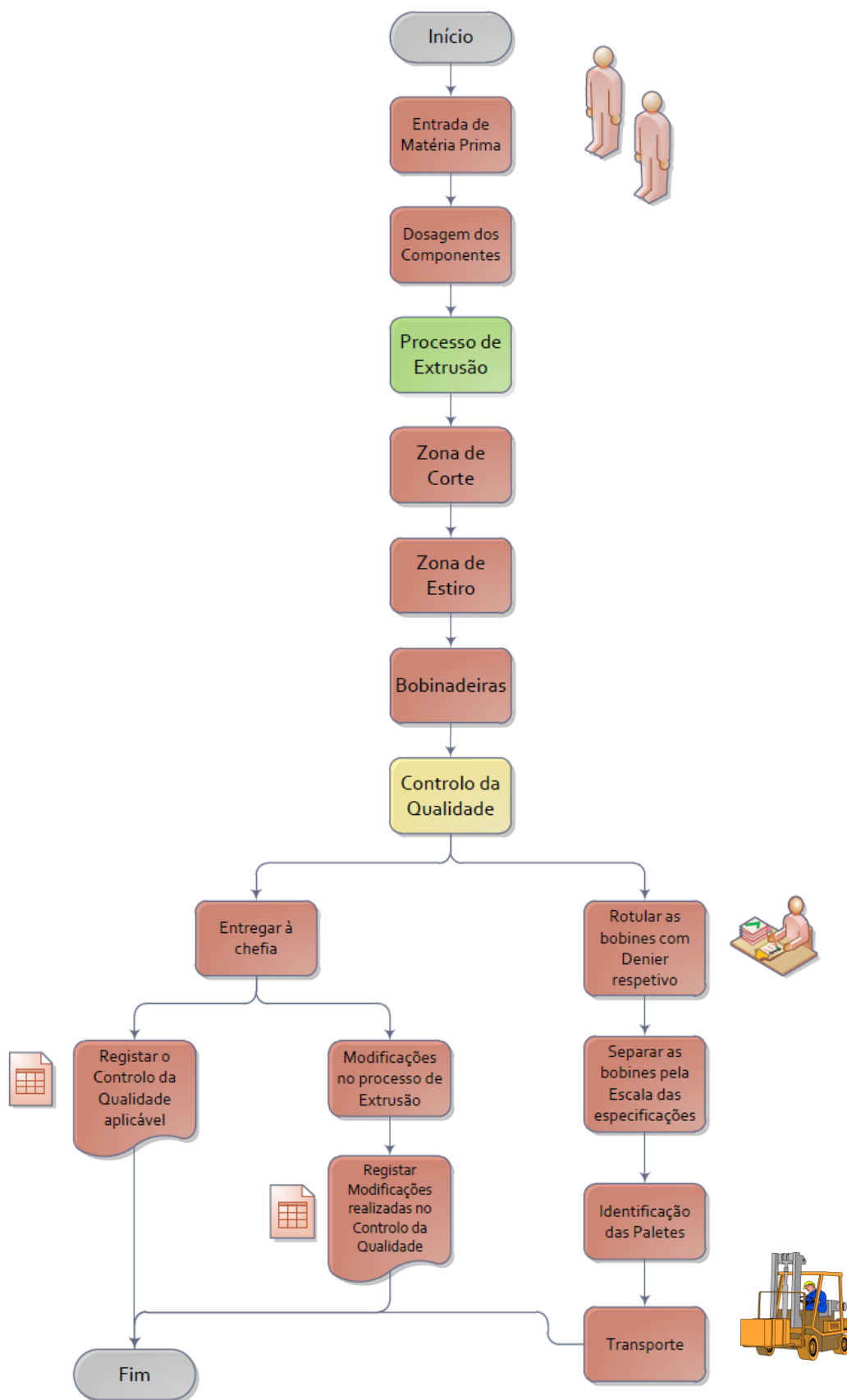
Fases do Controlo (Ilustrativo)	Descrição
	<p><b>5 - Entrega do Mapa de Controlo da Qualidade à pessoa responsável</b></p> <p>Posterior registo de dados informaticamente em ServDoc.</p>
	<p><b>6 – Divisão das paletes pela escala de especificação</b></p> <p>Escala de especificação (especificadas no Anexo nº2):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Azul</b> (-5% até -2% do valor nominal);</li> <li>- <b>Verde</b> (-2% até 2% do valor nominal);</li> <li>- <b>Rosa</b> (2% até 5% do valor nominal).</li> </ul> <p>Cada paleta apenas é abastecida com uma cor.  <u>Por exemplo:</u>  As bobines da escala Azul vão para uma paleta em que apenas existem bobines dessa mesma escala.</p>
	<p><b>7 – Identificação de cada uma das paletes com a Ficha de Circulação respetiva</b></p> <p>Dados a apresentar na Ficha:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordem de Fabrico;</li> <li>- Nrm. Encomenda;</li> <li>- Código do Produto;</li> <li>- Designação do produto;</li> <li>- Origem do Produto;</li> <li>- Quantidades;</li> <li>- ...</li> </ul> <p>Existem três cores para a Ficha de Circulação: <b>Azul</b>, <b>Verde</b> e <b>Rosa</b>. A paleta com as bobines da escala verde são identificadas com a Ficha de Circulação Verde, as da escala rosa com a Ficha de Circulação rosa e assim sucessivamente.</p> <p>Esta identificação é de <b>importância extrema</b>.</p>

**Notas importantes:**

- O colaborador deve ter controlo dos materiais usados como método de trabalho. Na falta de Mapas de Controlo, Etiquetas e Fichas de Circulação deverá se dirigir ao responsável.
- Todas as etapas são importantes para um correto Controlo da Qualidade e vitais para as linhas de torção.



## Fluxograma das Operações referentes à Linha de Extrusão 105



**Tabela das escalas de especificações do Controlo da Qualidade na Linha de Extrusão 105**

Produto	Especificação	Gamas						M/KG
		Azul		Verde		Rosa		
		Denier min	Denier max	Denier min	Denier max	Denier min	Denier max	
FAP0059	8819	8378	8643	8644	8995	8996	9260	995
FAP0047	13500	12825	13230	13231	13770	13771	14175	650
FAP0079	8495	8070	8325	8326	8665	8666	8920	1033
FAP0148	12188	11579	11944	11945	12432	12433	12797	720
FAP0143	15129	14373	14826	14827	15432	15433	15885	580
FAP0152	9538	9061	9347	9348	9729	9730	10015	920
FAP0151	10833	10291	10616	10617	11050	11051	11375	810
FAP0170	10086	9582	9884	9885	10288	10289	10590	870
FAP0101	9161	9450	9450	9451	9836	9837	10125	910
FAP0083	10623	10092	10411	10412	10835	10836	11154	826
FAP0050	10960	10412	10741	10742	11179	11180	11580	800
FAP0113	10324	9808	10118	10119	10530	10531	10840	